ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

SCHINKEL EYTELWEIN

HERAUSGEGEBEN
IM
MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTEURE:
OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XXXIX. 1889. HEFT IV BIS VI.

INHALT:

Für den Buchbinder.

Bei dem Einbinden des Jahrgangs sind die „Statistischen Nachweisungen“ aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichnifs des Jahrgangs dem Uebrigen anzufügen.

BERLIN 1889.
VERLAG VON ERNST & KORN
WILHELM ERNST
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)
WILHELMSTRASSE 90.

JAHRGANG XXXIX. 1889. HEFT IV BIS VI.

Das Lessing-Theater in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 21 bis 26 im Atlas.)

Das Lessing-Theater verdankt seine Entstehung Herrn Dr. Oskar Blumenthal, welcher dem modernen Schauspiel in Berlin eine neue Kunststätte bereiten wollte. Er wählte dazu das in dem nachstehenden Lageplan dargestellte Grundstück und beauftragte im Frühsommer 1887 die unterzeichneten Architekten mit der Aufstellung der Entwürfe und mit der Oberleitung der Bauausführung. Zwar begünstigten die Behörden das Unternehmen in entgegenkommendster Weise, jedoch konnte, auch schon wegen des Abbruchs des auf dem Grundstücke befindlichen „Circus Krembser", vor Mitte September 1887 mit dem Bau nicht begonnen werden. Das Grundstück war früher von dem „Schönhauser Graben" durchschnitten gewesen. Der gute Baugrund fand sich stellenweise erst 5 m unter Strafsenhöhe, die Gründungsarbeiten nahmen daher einen unverhältnifsmäfsig grofsen Zeitraum in Anspruch. Nach ihrer Beendigung wurde, durch die Witterungsverhältnisse begünstigt, der Bau mit Anspannung aller Kräfte derart gefördert, dafs schon am 11. September 1888 das in allen Theilen fertige Gebäude seiner Bestimmung übergeben werden konnte.

Das gewählte Grundstück, von dem Friedrich Karl-Ufer, der Unterbaumstrafse und der Stadtbahn begrenzt, liegt in einer Stadtgegend, welche in den letzten Jahrzehnten durch das benachbarte im Bau begriffene Reichstagsgebäude, durch den Neubau der Kronprinzenbrücke und durch reiche Privatbauten zu einer der bevorzugtesten Berlins geworden ist. Die Gröfse des Grundstücks gestattete eine nach allen vier Seiten freie Lage des Theaters, welches mit seiner Längsachse in die Diagonale des Vierecks gelegt wurde, und die Umgebung des Gebäudes mit Gartenanlagen sowie mit ausreichenden Vor- und Umfahrten. Der Flächeninhalt des Grundstücks beträgt rund 4250 qm, die bebaute Fläche 2030 qm, sodafs für Gartenanlagen usw. 2220 qm verfügbar blieben.

An ein Theatergebäude der Neuzeit werden sowohl seitens der Behörden wie auch des Publicums ungleich gröfsere Anforderungen gestellt als früher, die vorwiegend durch die Unglücksfälle der letzten Jahrzehnte, aber auch durch den gesteigerten Aufwand hervorgerufen sind. So wird nicht allein ein in jeder Beziehung möglichst feuersicherer Bau verlangt, sondern auch die Möglichkeit, bei eintretender Gefahr das Theater schnell und ungehindert verlassen zu können. Ein gleicher Werth wird auch auf gute Akustik gelegt, sowie auf eine Grundrifsanordnung, welche jedem Zuschauer den vollen Blick auf die Bühne ermöglicht. Schliefslich werden auch noch erhöhte Anforderungen an Bequemlichkeit und Behaglichkeit gestellt. Bei dem Entwurfe wie bei der Ausführung des Lessing-Theaters ist versucht worden, soweit die zur Verfügung gestellten Geldmittel und die sehr knapp bemessene Bauzeit es erlaubten, allen diesen Erfordernissen, welche mit Recht an ein Theatergebäude der heutigen Zeit gestellt werden, möglichst zu genügen.

Das Gebäude ist in allen seinen Theilen aus Stein und Eisen erbaut. Holz ist nur verwendet zur Herstellung des Bühnenfufsbodens und der niedrigen Theilungswände zwischen den Logen, ferner zu den Pfetten und der unterhalb geputzten Schalung der mit Eisenblech eingedeckten Kuppel und endlich zum Holzcementdache über dem Zuschauerraume. Das ganze übrige Gebäude hat Holzcementdächer auf Gewölben zwischen eisernen Trägern erhalten. Sämtliche Zwischendecken sind theils aus Eisenblech, theils aus Gewölben zwischen Eisenträgern hergestellt und mit Cementestrich überzogen. Die eisernen Rang-Constructionen sind ober- und unterhalb mit Rabitz-Patentmasse bedeckt. In derselben Masse wurden auch, unter Verwendung eiserner Hülfsconstructionen, die Decken der Eintrittshalle, des Erfrischungssaales und Zuschauerraumes, ferner verschiedene Theilungswände, die Fufsböden des Parketts und Schnürbodens und endlich die Rangbrüstungen durch den Patentinhaber ausgeführt. Jeder Rang hat seine eigenen, geschlossenen, aus Sandstein hergestellten Treppen, welche sämtlich von der Eintrittshalle ausgehen, zugleich aber auch Ausgänge unmittelbar nach der Strafse haben. Die neun Ausgangsthüren haben eine Gesamtbreite von 14,50 m, sodafs bei 1160 Besuchern nur 80 auf 1 m Thürbreite kommen. Ferner sind ringförmig um den Zuschauerraum in jedem Range 4,37 m breite Wandelgänge gelegt, denen sich seitlich die Kleiderablagen, die Aborte und die Erfrischungsräume anschliefsen.

Lageplan des Lessing-Theaters in Berlin.

Zur Erzielung einer guten Akustik und günstig gelegener Plätze wurde dem Zuschauerraum eine Grundform gegeben, welche mit der des Zuschauerraumes im Berliner Königlichen Schauspielhause fast übereinstimmt, weil sich letztere in beiden Beziehungen gut bewährt hat. Da das Lessing-Theater nur zwei Ränge über dem Parkett erhalten sollte, so konnte aufserdem die Höhe des Zuschauerraumes auf 12,50 m ermäfsigt werden, während der gleiche Raum des Königlichen Schauspiel-

hauses bei drei Rängen 14,20 m hoch ist. Sämtliche Sitze sind zum Klappen eingerichtet und haben im Parkett und I. Rang bei 80 cm Entfernung von einander 53 bis 55 cm Breite, im II. Rang und auf der Tribüne bei 70 cm Entfernung 50 cm Breite.

Die Plätze sind folgendermafsen vertheilt:

A. Parkett.

1. 4 Orchesterlogen zu 6		24 Stühle,
2. 18 Seitenlogen zusammen		104 Stühle,
im ganzen		128 Stühle.
3. Mittelraum		
Abtheil. I, Bank 1 bis 9,	196 Sitze,	
Abtheil. II, Bank 10 bis 17,	180 Sitze,	
Abtheil. III, Bank 18 bis 21,	54 Sitze,	
		430 Sitze,
im ganzen A. Parkett		558 Plätze.
B. I. Rang.		
1. 4 Fremdenlogen zu 6 . .	24 Stühle,	
2. 21 Seitenlogen zusammen .	112 Stühle,	
Balcon	78 Sitze,	
im ganzen B. I. Rang		214 Plätze.
C. II. Rang.		
4 Fremdenlogen zu 6 . . .	24 Stühle,	
Balcon	184 Sitze,	
Tribüne	120 Sitze,	
im ganzen C. II. Rang		328 Plätze.
Das Theater enthält somit		1100 Sitzplätze,
dazu im Parkett und II. Rang etwa		60 Stehplätze,
mithin alles in allem		1160 Plätze.

Jede Abtheilung des Parketts ist von der anderen getrennt und hat ihre eigenen Zu- und Ausgänge. Die Gesamtbreite dieser fünf Thüren beträgt 6,80 m, sodafs bei 430 Besuchern 64 auf 1 m Thürbreite kommen. Der ohne Stufen ausgeführte Fufsboden des Parketts hat bei 21 Sitzreihen ein Gefälle von 1,15 m. Die Stufen im I. Rang sind 12 cm, die im II. Rang 17 cm und die in der Tribüne 27 cm hoch. Die Oberkante des zur Verdeckung der Rampenbeleuchtung angeordneten Schirmes an der Vorderkante des Bühnenfufsbodens liegt 1,10 m über dem Fufsboden der ersten Sitzreihe im Parket. Der Fufsboden des Wandelganges am Parkett liegt auf + 1 m über Null (+ 0,20 m über Strafsenhöhe an der Vorderfront), der im I. Rang auf + 4,70 m, der im II. Rang auf + 8,40 m, der Fufsboden der höchsten Sitzreihe der Tribüne auf + 10,45 m. Der Bühnenraum ist 20 m breit bei 18,33 m Tiefe und öffnet sich gegen den Zuschauerraum mit einer Oeffnung von 9,80 m Breite und 7,50 m Höhe. Sie wird durch zwei aus Eisenwellblech hergestellte Schiebewände geschlossen. Die Schliefsung erfolgt durch ein in der Mitte angebrachtes Gegengewicht und zwar in der Zeit von 7 Secunden. Die für sechs Coulissen und sieben Prospecte eingerichtete Bühne hat in der Höhe von + 9,60 und + 16,60 m zwei Galerieen und den Schnürboden auf + 19,60 m. Zu diesen Bautheilen ist nur Eisen verwendet, die Fufsböden der Galerieen sind aus Eisenblech, der Fufsboden des Schnürbodens aus Platten von Rabitz-Patentmasse zwischen eisernen Trägern hergestellt. Zwei eiserne Treppen verbinden die Galerieen sowohl unter sich als auch mit dem Schnürboden. Der zum Qualmabzug bestimmte Aufbau über der Kuppel hat $4 \cdot 4$ m = 16 qm Grundfläche, und wird durch eiserne Klappen (K im Längenschnitt, Blatt 25) geschlossen, die sich nach Durchschneidung eines in Parkethöhe endigenden Seiles durch Gegengewichte öffnen. Die Anordnung der Hinterbühne, der fünfzehn Ankleideräume, des Versammlungs- oder Unterhaltungszimmers, der sechs Räume für die Verwaltung, der Requisiten- und Möbelmagazine, sowie des Malersaales sind aus den Zeichnungen zu ersehen. Auf die Anlage eines Orchesters ist vorläufig verzichtet worden. Die Kellerräume werden mit Ausnahme des Bühnenkellers und zweier Ankleideräume für Statisten nur durch die von Herrn David Grove in Berlin angegebenen und ausgeführten Heizungs- und Lüftungsanlagen, sowie durch die Beleuchtungs-Einrichtung in Anspruch genommen. Entwurf und Ausführung der letzteren rühren von der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft in Berlin her, deren Erfahrung auf diesem Sondergebiete sich schon an 25 Theatergebäuden bewährt hat.

Heizung.

Zur Beheizung des Theaters findet Dampf Verwendung, der den Kesseln für die elektrische Beleuchtung entnommen wird. Der Zuschauerraum und die Bühne haben Dampfluftheizung, die Wandelgänge, Treppenhäuser, die Eintrittshalle und der Erfrischungssaal des Zuschauerhauses, sowie sämtliche Nebenräume des Bühnenhauses haben örtliche Dampfheizung erhalten. Von der Kesselanlage (siehe A im Kellergrundrifs, Blatt 22) führen zwei Hauptdampfrohre zu den beiden Ventilkammern B, welche rechts und links von der Bühne angeordnet sind. Bevor der Dampf in den Ventilstock B^1 tritt, wird derselbe durch ein vor dem Ventilstock eingeschaltetes Ventil in seiner Spannung verringert und strömt mit 2 bis $2^1/_2$ Atmosphären Druck den einzelnen Heizkammern und Heizkörpern zu. Die Vertheilungsleitungen sind an der Kellerdecke angeordnet, und es zweigen sich von ihnen 17 Steigestränge nach den verschiedenen Stockwerken ab. Die ganze Anlage ist den Bedarfzwecken entsprechend in eine Anzahl Gruppen zerlegt, die alle am Ventilstock ausgeschaltet und geregelt werden können. Die Dampfwasserleitungen, welche theils an der Decke, theils im Fufsboden liegen, führen das Wasser zurück nach den Behältern B^2 in den Ventilkammern und sind dort durch selbstwirkende Wasserableiter und Umschaltungsventile abgeschlossen. Jede Gruppe hat ihren besonderen Apparat. Das Wasser wird von beiden Seiten dem gröfseren Behälter A^1 im Kesselhause zugeführt und findet dort Wiederverwendung (durch den Behälter A^2) zur Speisung der Kessel.

Die Bühne hat zwei besondere Heizkammern C, die mit Rücksicht auf die bedeutende Höhe des Raumes und auf den sparsamen Betrieb der Anlage mit Luftumlauf eingerichtet sind und zwar vermittelst der Canäle K. Nur bei Inbetriebsetzung der Windräder F erhalten diese beiden Heizkammern Aufsenluft mittels zweier durch Luftdruck sich selbstthätig aufstellenden Flügelklappen von dem naheliegenden Frischluftcanal. Der Zuschauerraum hat eine sehr geringe Abkühlung, und es genügen als Ersatz des Wärmeverlustes die vier in den Nischen der Umfassungswand untergebrachten kleinen Heizkammern D. Die übrigen Räume mit örtlicher Dampfheizung haben Heizkörper aus gufseisernen Rippenelementen, welche gröfstentheils in den Fensternischen, sonst aber frei an den Wänden aufgestellt sind.

Lüftung.

Die frische Luft wird von den Gartenplätzen zu beiden Seiten des Theaters entnommen, tritt durch die Kellerfenster E in den Aufsaugeraum der Windräder F und wird von diesen in

die Vertheilungscanäle *G* gedrückt. Es ist Vorkehrung getroffen, dafs bei genügenden Luftunterschieden die Luft durch Oeffnen von Thüren auch ohne Betrieb der Windräder in die Vertheilungscanäle gelangt. Von diesen aus tritt die Luft je nach Stellung der zehn Mischklappen *M* entweder durch die Heizkammern oder unmittelbar in die Controlkammern, welche oberhalb der Heizkammern angeordnet sind. Die Controlkammern sind mit Befeuchtungsvorkehrungen, Thermometern usw. versehen, und ermöglichen infolge der Regelungsvorrichtungen die genaue Innehaltung jedes gewünschten Wärmegrades der Frischluft. Von diesen Controlkammern gelangt die Luft in den Hauptvertheilungscanal *H*, von welchem sich die senkrechten Canäle sowie auch diejenigen für den Zuschauerraum abzweigen. Im allgemeinen wird die Luft möglichst vertheilt unterhalb der Sitze eingeführt. Ausnahmen hiervon sind die Einströmungen im I. Rang, bei denen nicht mehr genügender Raum unterhalb der Sitze verfügbar war. Hier münden die Zuführungen über Kopfhöhe in der Rückwand aus. Diese Oeffnungen sind in ihrer Anzahl und in ihrem Querschnitt so grofs gewählt, dafs die Austrittsgeschwindigkeit bis auf 0,5 m in der Secunde vermindert wird, jeglicher Zug demnach vollkommen ausgeschlossen ist. Durch die Einführung der frischen Luft an beiden Seiten des Gebäudes findet die Vertheilung derselben sowie der Luftdruck im Zuschauerraum und auf der Bühne mit Sicherheit und gleichmäfsig statt, aufserdem ist durch diese Anordnung an Mauerwerk und an Canalanlagen wesentlich gespart worden. Ueberhaupt ist die Anlage der Canäle und Heizkammern dem übrigen Mauerwerk so angepafst, dafs ihre Herstellungskosten im Verhältnifs zur Gesamtanlage nur sehr gering sind.

Die Abführung der verdorbenen Luft geschieht nach oben, und zwar behufs gleichmäfsiger Vertheilung zum Theil durch die in den Stichkappen des Zuschauerraumes ausgesparten, 0,70 m im Durchmesser grofsen Oeffnungen, zum Theil durch die in der Mitte der Decke befindliche Oeffnung von 2,20 m Durchmesser, über welcher ein Schlot bis über Dach angelegt ist, in den die ersterwähnten kleineren Abzüge ebenfalls einmünden. Dieser Schlot ist mit einer Dampfschlange versehen, sowohl um die Abführung der Luft schneller zu fördern, als auch um etwaigen kalten Luftströmungen in umgekehrter Richtung vorzubeugen, da hier die früher übliche Wärmequelle, die Gasbeleuchtung an der Decke, fehlt. Die übrigen Räume haben gerade Abzugscanäle bis über das Dach erhalten, deren Einmündungen am Fufsboden und unmittelbar unter der Decke der betreffenden Räume liegen. Alle Zu- und Abführungsvorrichtungen sind mit stellbaren Klappen versehen, selbst die unter den einzelnen Sitzen im Parkett. Letztere werden mit Hülfe des Anemometers so eingestellt, dafs die Luftströmung in allen Punkten eine gleichmäfsige ist, sowohl in den Hauptcanälen, als auch in den Räumen selbst. Die Eintrittsgeschwindigkeit beträgt hier nur 0,4 m in der Secunde. Zur Bewegung der Luftmengen sind zwei geräuschlos arbeitende Windräder, jedes von 1,50 m Durchmesser (Patent Blackman) angeordnet. Ferner sind zur Ueberwachung des Betriebes Fernthermometer vorgesehen, sodafs der Maschinist in einer der Ventilkammern über jeden Wärmegrad in den Räumen unterrichtet ist und jederzeit seine Mafsregeln treffen kann. Die im Hauptabflufsschacht über dem Zuschauerraume befindliche Klappe von 6 qm Querschnitt wird durch Wasserkraft-Uebertragung ebenfalls von derselben Ventilkammer aus geregelt.

Die stündlich verloren gehende Wärmemenge beträgt

	279 030 W. E.,
hierzu als Zuschlag für das Anheizen . .	38 970 W. E.,
also zusammen rund .	318 000 W. E.,

welche von 530 qm Heizfläche, und zwar von 370 qm in den einzelnen kleineren Räumen, von 120 qm für die Bühne und von 40 qm für den Zuschauerraum, geliefert werden. Der Berechnung der Lüftung liegt die Annahme zu Grunde, dafs 40 cbm Luft für den Kopf und die Stunde eingeführt werden. Für die 1100 Sitzplätze sind demnach $1100 \times 40 = 44\,000$ cbm Luft nothwendig, wonach die Gröfsen der Canäle bestimmt sind. Die Temperatur dieser einzuführenden Luftmenge wurde mit + 18 Grad C. festgesetzt, und zwar soll die Gesamtmenge noch bei — 15 Grad C. auf obigen Wärmegrad gebracht werden. Hierzu sind $44\,000 \cdot 0{,}31 \cdot 33 = 450\,120$ W. E. und $\frac{450\,120}{600} =$ rund 750 qm Heizfläche erforderlich, welche sich auf die beiden Ventilkammern vertheilen. Der Gesamtwärmebedarf beträgt nach vorstehendem $318\,000 + 450\,120 = 768\,120$ W. E., und es berechnet sich hieraus die Kesselgröfse unter Annahme einer 15 fachen Verdampfung für das Quadratmeter wasserberührter Fläche mit:

$$\frac{768\,120}{(\text{lat. W. d. Dampfs})\ 540 \cdot 15} = 95 \text{ qm},$$

während 100 qm zum Betriebe der elektrischen Maschinen erforderlich waren. Um Betriebsstörungen möglichst auszuschliefsen, wurden zwei gleichgrofse Sicherheitsröhrenkessel zu je 101 qm Heizfläche gewählt. Da die Erwärmung des Theatergebäudes vor der Inbetriebsetzung der Luftmaschinen stattfindet, so genügt meist ein Kessel und der zweite kann als Ersatzkessel für die elektrische Beleuchtung betrachtet werden.

Beleuchtung.

Die Beleuchtungsanlage des Lessing-Theaters umfafst rund 1200 Glühlampen und drei Bogenlampen an der Vorderfront. Die Maschinenanlage hat der Hauptsache nach Dampfbetrieb. Die Kesselgröfse ist so reichlich gewählt, dafs bei Ausbesserung oder Reinigung des einen Kessels der andere allein die erforderliche Dampfmenge zu erzeugen vermag. Die Lichterzeugung wird durch drei Dynamomaschinen bewirkt, von denen die beiden grofsen (*N*) unmittelbar mittels Riemen vom Schwungrad aus durch zwei Dampfmaschinen von 40 und 60 Pferdekräften, die mit Condensation arbeiten, angetrieben werden, während eine kleinere für etwa 100 Glühlampen ihren Antrieb durch einen entsprechenden Gasmotor *O* erhält. Letztere Maschine ist für die Tagesbeleuchtung bestimmt und kann erforderlichenfalls auch als Ersatz dienen. Der Strom der drei Dynamomaschinen wird in zwei kräftigen Kupferschienen, die auf einem Schaltbrett montirt sind, gesammelt und von hier aus nach allen Richtungen des Theaters, hauptsächlich aber nach der Beleuchtungsloge *J* vertheilt. Auf dem Schaltbrett befinden sich aufser den verschiedenen Vertheilungsanschlüssen alle Mefs-, Regulir- und Signalvorrichtungen in übersichtlicher und leicht zugänglicher Weise vereinigt. Die Beleuchtungsloge besitzt noch ein besonderes Schaltbrett und den durch aufserordentliche Einfachheit und Sicherheit sich auszeichnenden Bühnenregulator, durch welchen von einem einzigen Manne die wechselvolle Beleuchtung der ganzen Bühne und des Zuschauerraumes beherrscht wird. Sämtliche Leitungen sind so angeordnet, dafs die Lampen eines

und desselben Raumes verschiedenen Stromkreisen angehören, sodafs bei etwaigem Versagen des einen Stromkreises infolge von Beschädigungen immerhin noch hinreichende Helligkeit vorhanden ist. Die Bühnenbeleuchtung ist nach dem „Einlampensystem“ eingerichtet, d. h. es sind nur weifse Lampen vorhanden, welche zur Hervorbringung verschiedenfarbiger Beleuchtung durch die patentirten Lautenschlägerschen Bühnenapparate mit bunten, durchsichtigen Schirmen versehen werden können, was alles auch von der Beleuchtungsloge aus geschehen kann.

Die besondere Bauleitung lag in den Händen des Herrn Regierungs-Baumeister H. Weifs. Bauunternehmer war Herr Baumeister M. Kunitz. Die von Herrn Ingenieur Cramer angegebenen Eisenconstructionen sind von den Herren Belter u. Schneevogel und dem „Berliner Cyclop“ geliefert. Die Wasserzuleitungen sind von Herrn Börner u. Co., die decorativen Arbeiten der Innenräume von den Herren G. Röhlich und Malermeister G. Richter, die decorativen Arbeiten der Fronten von Herrn Bildhauer Bissing ausgeführt. Zu der Gruppe mit der Büste Lessings in der Eintrittshalle hat Herr Professor Eberlein das Modell geliefert, zu der Mittelfigur auf dem Giebel der Vorderfront Herr Bildhauer M. Klein. Die Beleuchtungskörper sind von der Actien-Gesellschaft J. C. Spinn u. Sohn gearbeitet. Die Einrichtung der Bühne ist von dem Ober-Maschinenmeister der Königlichen Hoftheater in München, Herrn Karl Lautenschläger angegeben und ausgeführt.

Die Baukosten betragen:

1.	Der Rohbau rund	582500 ℳ,
2.	Tischlerarbeiten	34000 ℳ,
3.	Wasserleitung usw.	15500 ℳ,
4.	Heizung und Lüftung (ohne Kessel)	40000 ℳ,
5.	Decoration der Innenräume	60000 ℳ,
6.	Elektrische Beleuchtung (mit Kesselanlage)	100000 ℳ,
7.	Beleuchtungskörper	13500 ℳ,
8.	Tapezierer, Stoffe, Linoleum	33000 ℳ,
9.	Eiserner Vorhang	3000 ℳ,
10.	Bildhauerarbeit	10000 ℳ,
11.	Klappsitze, Stühle usw.	22000 ℳ,
12.	Insgemein, Gartenanlage, Gitter, Telegraphen, Bauleitung usw.	57000 ℳ,
	zusammen	970500 ℳ,
13.	Bühneneinrichtung und Coulissenschuppen	47500 ℳ,
	im ganzen	1018000 ℳ,

also bei 2030 qm bebauter Grundfläche rund 500 ℳ für das Quadratmeter und bei rund 36500 cbm (von Kellersohle bis Oberkante der Hauptgesimse gerechnet) etwa 28 ℳ für das Cubikmeter Rauminhalt.

Berlin, im Januar 1889.

H. v. d. Hude und J. Hennicke.

Die Altersbestimmung der Glocken.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 6 bis 8 im Atlas.)

(Schlufs.)

Uebergangszeit 1150 bis 1250.

Hiernach treten wir in die Zeiten ein, in welchen wir den Gufs einer Glocke aus einer gröfseren Zahl von Merkmalen genauer bestimmen können. Die Uebergangszeit zur Gothik, etwa von 1150 bis 1250, bildet den ersten Abschnitt. Es versteht sich, dafs eine strenge Grenze zu ziehen schon wegen der verschiedenen Entwicklung in den einzelnen Ländern und Landestheilen nicht möglich ist. Form und Schmuck erfahren allmählich Wandlung, hier früher, dort später. Vornehmlich ist es das Abheben des Mantels vom Kerne, durch welches die Veränderungen hervorgerufen worden sind. Die romanischen Glocken waren, wollen wir sie ganz im allgemeinen beschreiben, klein, von schlankem Aussehen und hatten weder Schrift noch Zierrathe, namentlich war der Hals noch nicht ausgezeichnet; die Rippe war plump und die runden Oehre bogen sich in schlaffer Linie zu einer Krone zusammen. Die Glocken der Uebergangszeit dagegen, ebenso nur im allgemeinen beschrieben, sind gröfser, nicht mehr schlank, haben meistentheils eine Schrift oder doch Zierrathe, besonders um den Hals, welcher durch ein von zwei Reifchen oder Schnüren gebildetes Band ausgezeichnet ist. Die Rippe ist gefälliger und die Krone hat achtseitige Oehre, welche sich kronenförmig ausbiegen. Je nachdem nun wenigere oder mehrere von diesen Eigenschaften vorhanden sind, wird man die Glocke früher oder später zu setzen haben. Das wesentlichste für die Bestimmung ist jetzt die Schrift und der Schmuck. Beide müssen genauer untersucht werden. Als Schmuck sind zunächst die erwähnten Reifchen und Schnüre des schriftgefüllten Halsbandes anzusehen, welche von den Giefsern gemeiniglich als Stäbe bezeichnet werden. Sie schliefsen zuweilen auch plastische oder durch Einritzen in den Mantellehm entstandene Verzierungen, zuweilen auch gar nichts ein, in welchem Falle sie lediglich den Hals als solchen hervorheben sollen. Sie kommen vielleicht schon an einigen romanischen Glocken vor, sind aber erst ein Bedürfnifs, seit man an den Glocken nicht gern die Schrift entbehrte, also seit der Zeit, von welcher wir eben sprechen. Denn sie dienen anfänglich wie die vertieften Linien neben den vertieften Schriften auf den Glocken in Diesdorf und Merseburg dem Schreiber als Lehre. Flache reifenartige Profile, wie sie schon seit der romanischen Zeit gewöhnlich den Kranz mit der eigentlichen Glocke verbinden, schnitt man sogleich in der Schablone aus, allein Reifen, die den Hals absonderten, konnte man nur so lange auf gleiche Weise machen, als noch das ganze Hemd aus Fett bestand. Als dieses aber aus Lehm gemacht wurde und nur einen trennenden Talgüberzug bekam, durften die Reifen nur in diesem Talge geformt werden, weil das Abheben des Mantels sonst unmöglich gewesen wäre. Das geschieht auch wirklich und geschah auch im Mittelalter; aber die ältesten Reifchen und Riemchen zeigen so rauhe Umrifslinien, dafs sie derart nicht überall gemacht sein können. Da man nicht gut wirkliche Riemen genommen haben kann, so wird man riemenförmige Wachsstreifen dem aus Fett oder Thon bestehenden Hemde aufgeklebt haben; dieselben zergingen natürlich bei dem Austrocknen und hinterliefsen in ihm den beabsichtigten leeren Raum.

Aufser diesen Reifchen oder Riemchen, die im Profil eckig (Abb. 7 u. 8) oder rund (Abb. 5 u. 6) sind, kommen noch das ganze Mittelalter hindurch und zwar auch schon sehr früh Schnüre oder Seilchen um den Hals vor, deren Profil ebenfalls rund ist, die aber aus mehreren Strähnen zusammengedreht sind, also ein bindfadenartiges Aussehen haben (Abb. 4). Man hat, um sie herzustellen, auch wirklich Bindfaden genommen und dieselben an den betreffenden Stellen um das Hemd gelegt, wo sie alsdann bei dem Austrocknen des Mantels verkohlt sind. Fast an allen Glocken mit solchem Schmuck läfst der Gufs die Verknüpfung der Schnur-Enden, wie es ja auch nicht anders sein kann, noch erkennen, auch weicht die Lage dieser Schnüre stellenweise zuweilen merklich von der geraden Linie ab, was ja ebensowohl erklärlich ist. Dafs man solche verschobene Lage auch an den Reifchen findet, braucht wohl kaum noch bemerkt zu werden. Den Zweck der Riemchen und Seilchen dahin anzugeben, dafs sie „als Mafs für die Richtigkeit des Modells" gedient hätten, wie Otte a. a. O. in der Anmerkung zu S. 110 thut, ist nicht nur nicht zu erweisen, sondern sicher falsch, weil schon die Art der Verknüpfung ein sicheres Mafs ausschliefst. Auch finden sich wohl um den Hals, also oben, aber nie „unten", wie Otte meint, etwa über dem Schlagringe, Schnüre, die auf diese Art hergestellt sein könnten, sie sind vielmehr unten alle gleich angedreht oder in der Schablone ausgeschnitten.

Abb. 4.

Abb. 5.

Abb. 6.

Abb. 7.

Abb. 8.

Abb. 4 bis 8. Stäbe.

Ob die Reifchen oder die Schnüre älter sind, läfst sich mit Sicherheit nicht angeben. Wir halten die letzteren für jünger, weil sie nicht gut vorkommen konnten, bevor man das Abheben des Mantels kannte, und weil sich an den Glocken bis zur Mitte des 13. Jahrhunderts Riemchen häufiger als Seilchen finden. Reifen von allerlei Profilen kommen bis jetzt noch vor, Schnüre indessen, hergestellt in der beschriebenen einfachen Art, sind nur dem Mittelalter eigen.

Was die Glocken der Uebergangszeit aufserdem noch an Schmuck haben, ist wohl beachtenswerth, aber wenig. Schwerlich erscheinen schon vor der Mitte des 13. Jahrhunderts anstatt der Schrift oder neben derselben auch erhabene Darstellungen, vielleicht mit Ausnahme jener unbedeutenden und willkürlich angehefteten Rundtheile, von denen die Rede gewesen ist. Was an Bildwerk gefunden wird, sind von einigen Kreisen umzogene, gröfsere Rundtheile, welche mystische Zeichen, kabbalistische Wörter, die heiligen Namenszüge oder wohl schon Heiligenbilder enthalten, alles durch Einritzen in den Mantellehm hervorgebracht. Wir verweisen auf Abb. 3 Bl. 8, welche weiter unten zu besprechen sein wird.

Der wichtigste Glockenschmuck ist die Schrift. Majuskeln, allein würdig für monumentale Stücke wie die Glocken, kamen zu allgemeiner Anwendung erst mit der Ausbildung des Glockengusses überhaupt, also erst als die Glocken wirklich Monumentalität erhielten, d. h. wohl nicht vor der Mitle des 12. Jahrhunderts. Je mehr römische Lapidarbuchstaben eine Inschrift noch hat, um so früher wird man sie setzen dürfen, je mehr Uncialen sich in ihr finden und je ausgebildeter die Formen derselben sind, um so jünger wird sie sein. Dabei ist zu berücksichtigen, dafs man bis zum Verschwinden der Majuskeln um die Mitte des 14. Jahrhunderts in den nämlichen Inschriften Lapidar- und Uncialformen und von letzteren verschiedene Arten immer noch gemischt findet. Es ist dieses Merkmal daher nicht allzu sicher. Viel zuverlässigere Anhaltepunkte liefert die Ausführung der Schrift in dem besonderen Stoffe des Lehmes, bezw. des Glockengutes und die davon beeinflufste Entwicklung der Kunstbuchstabenformen.

Nichts natürlicher, als dafs die älteren Buchstaben auch die einfacheren sind sowohl in den Linien als auch in der Herstellungsart. Demnach gehören diesem Zeitabschnitte alle Inschriften an, welche in einfachen Linien dem Mantel eingeritzte Lapidarbuchstaben, mit wenigen Uncialformen untermischt, zeigen. Letztere sind aus der Cursivschrift entstanden, welche als Theil oder ganze Schrift gelegentlich ebenfalls vorkommt. Schon die besprochene Iggenbacher Glocke von 1144 hat diese Eigenschaften. Ein anderes Beispiel hierzu liefern die Abb. 7, 8 u. 9 Bl. 7, welche Stücke der Schrift an der Clinsa des Merseburger Domes wiedergeben. Zwar fehlt uns eine sichere Zeitangabe, aber allen ihren Eigenschaften nach kann diese Glocke nur im 12. Jahrhundert gegossen sein; denn eine starke Rippe mit starkem Kranze, runde Oehre, welche sich in matter Linie zu einer Krone zusammenbiegen, sowie die Form, welche sehr jener der Diesdorfer Glocke ähnelt, verweisen sie (Abb. 5 u. 6 Bl. 6) mit Sicherheit in das 12. Jahrhundert.[1]) Hinzu kommt dann als beachtenswerthestes Kennzeichen die Schrift. Um sie herzustellen, hat man vier Rundtheile, welche von dreifacher Linie umzogen sind, in gleichen Abständen um den Hals vertheilt und durch ein von zwei Linien begrenztes Band verbunden. Der noch reimlose Hexameter heifst: SIT DVM CLINSA SOnAT TVRBO PROCVL HOSTIS ET IGNIS · (Fern, wenn Clinsa erschallt, sei der Sturmwind, der Feind und das Feuer). Die Wörter sind durch Trennungszeichen[2]) nicht geschieden, nur am Schlusse hinter IGNIS steht ein Punkt; von den Rundtheilen werden sie rücksichtslos durchschnitten. Die Buchstabenformen sind überwiegend römisch: T V N (letzteres steht verkehrt, wie es auch sonst in mittelalterlichen Monumentalschriften oft gefunden wird) H, aber auch Uncialen, sogar abwechselnd mit Lapidaren, sind angewendet: M[3]), n, T.

1) Otte spricht in der Zeitschr. f. chr. A. u. K. I S. 83 wiederum von einer „fast bienenkorbförmigen Gestalt".

2) Eigene Untersuchung hat mich völlig überzeugt, dafs die vermeintlichen Punkte zwischen M . C . LI zwar nicht eingebildete, doch ganz zufällige Erhöhungen sind, die keineswegs, wie Otte a. a. O. und in der Beschr. Darst., Kreis Merseburg, S. 158 für möglich hält, die Jahreszahl 1151 angeben sollen. Den Grund für die zufällige Entstehung des Punktes zwischen C und L kann man erkennen; um ein Rundtheil zu machen, hatte der Giefser anfangs hier seine Zirkelspitze eingesetzt und bereits Kreise, deren Spuren noch zu sehen sind, geschlagen, als er sich zu einer anderen, der jetzigen Anordnung, entschlofs.

3) S. 85 in der Zeitschr. f. chr. A. u. K. heifst es, dafs diese Form des M vor die Mitte des 12. Jahrhunderts nicht hinaufreiche, sodafs die Glocke nicht schon unter Kaiser Heinrich II. 1002 bis 1024 gegossen sein könne, wie die Brotuffsche Chronik von Merseburg angebe. Wir müssen dazu bemerken, dafs ein solches mehr cursives als unciales M wohl schon über 100 Jahre früher vorkommt, z. B. auf Grabsteinen, woraus allerdings nicht gefolgert werden soll, dafs die Glocke in Heinrichs II. Zeit gehöre.

Von den Rundtheilen enthält das eine das Tetragrammaton AGLA, welches nicht nur öfter an Glocken, sondern auch an anderen mittelalterlichen Stücken gefunden wird. Es wird als kabbalistischer Gottesname gedeutet, nämlich als die Anfangsbuchstaben des hebräischen: *Attah Gibbor L'olam Adonaj* = Du bist mächtig in Ewigkeit, Herr. (Wiggert in den Neuen Mittheilungen des thüring.-sächs. Gesch.- u. Alterthumsvereins VII. 2, 88.) Möglicherweise diente nach Otte: Zeitschr. f. christl. Archäol. u. Kunst I. S. 84 dieses mystische Zeichen hier und überall, wo es sich sonst findet, zur Abwehr von Feuer. Die Buchstaben sind aufserdem noch in die Winkel des an sich schon magische Kraft habenden Kreuzes eingefügt, wie die des Namens IESVS in dem Rundtheile, welches diesem auf der Gegenseite entspricht. Die beiden anderen Rundtheile enthalten die bis ins 15. Jahrhundert oft angebrachten kreuzbekrönten *A* und *ω*. Sie beziehen sich auf die Worte der Offenbarung und dienen ebenfalls zur Abwehr von Unheil.

Ein Fortschritt in den Formen macht sich in einer Kemberger Glockeninschrift bemerklich, von welcher wir in Abb. 10 Bl. 8 ein Stück gegeben haben. Die Begrenzung des Schriftbandes geschieht bereits durch Schnüre. Die Wörter unserer Schrift, welche lautet: (†) ORЄX : GLORIЄ : ChRISTЄ : VЄNI : CVM : PACЄ : OMARIA (O König der Ehre, Christus, komme mit Frieden, O Maria) trennen sich durch drei senkrecht über einander stehende Punkte mit Ausnahme der Anfangs- und Endwörter, in denen das O des Vocativs, wie fast immer in den mittelalterlichen Inschriften, mit zu seinem Worte gezogen wird und zwischen denen ebenso fast immer ein Kreuz, hier durch einen Kreis umschlossen, steht. Die Abb. zeigt, dafs die Buchstaben schon stark unciales Gepräge haben: Є I G; ſ ist freilich mifsglückt. Was aufserdem einen besonderen Fortschritt kennzeichnet, ist, dafs bei I und C schon eine Verstärkung der Grundstriche durch Verdopplung sich findet, ein Umstand, der, wie wir bei den folgenden Beispielen sehen werden, dem Streben nach Verschönerung und würdigerer Ausbildung der Schrift entsprungen ist.

Abb. 4 Bl. 8 giebt ein Stück von der Inschrift einer Glocke der Neumarktkirche in Halle a. S. Es ist dieselbe Legende, welche auf der vorherigen Glocke stand und die sich, mit geringen Abänderungen, viele tausendmal wiederholt findet: ORЄX ∘ GLORIЄ ∘ VЄNI ∘ CVM ∘ PA ∘ Aus Mangel an Raum ist CЄ fortgelassen. Eingefafst wird das Band von zwei Riemchen, deren Begrenzung ziemlich unsauber ist, die daher wohl auf die beschriebene Art, also mittels Wachsstreifen, hervorgebracht sind. Aufser dem verkehrt stehenden N sind die Buchstaben alle Uncialen und in den Grundstrichen, um ein reicheres, gefälligeres Aussehen zu erzielen, doppellinig. Die Trennungspunkte sind demnach als kleine Kreise gebildet. Sie stehen zwischen allen Wörtern wiederum mit Ausnahme des ORЄX, welches hier kein Kreuz, sondern nur ein Punkt von dem Schrift-Ende PA trennt. Die Glockenform ist plump, weil der Kranz weit ausladet. Die Krone hat bereits achtseitige Oehre, sodafs die Uebergangszeit für die der Entstehung gelten mufs. Freilich auf sicherer Angabe ruht diese Bestimmung der Zeit nicht, ebenso steht die Zeit der vorgenannten Glocke nicht fest, dennoch nehmen wir keinen Anstand sie hier zu besprechen, weil, möchten sie selbst schon um einige Jahrzehnte nach der Mitte des 12. Jahrhunderts gegossen sein, der Gang der Entwicklung nur dieser gewesen sein kann.

In unseren Zeitabschnitt fallen noch zwei Glocken mit bestimmter Zeitangabe. Die erste gehört noch in das 12. Jahrhundert, da sie des auf ihr namhaft gemachten Spenders wegen zu dessen Zeit von 1164 bis 1194 gegossen sein mufs. Da wir eine Abbildung derselben nicht haben, so erwähnen wir nur, dafs sie sich in Gilching in Oberbayern befindet (Otte: Kunstarch. S. 355).

Die andere hingegen, aus der Kirche in Helfta bei Eisleben, geben wir in Abb. 1 u. 2 Blatt 7 wieder. Sie gehört dem vierten Jahrzehnt des 13. Jahrhunderts an. Ihre Form ähnelt der der Merseburger Clinsa, nur dafs die Rippe schon gefälliger ist, vergl. Abb. 5 u. 6 Blatt 6. Ihre Schrift steht in einem von zwei Schnüren begrenzten Bande verkehrt und lautet: ✠ A ω · AVЄ · MARIA · GRACIA · PLЄNA · DOMINVS · TЄCVM · aNNO · M · CCXXXIIII · FVDATa · ſVM (Gegrüfset seiest du Maria voller Huld, der Herr sei mit dir. Im Jahre 1234 bin ich hergestellt worden). Die Buchstaben bestehen noch in einfachen Linien und tragen in der Mehrzahl römische Züge. Die Uncialformen sind wenig ausgebildet, sodafs sie stellenweise an Cursivschrift erinnern, z. B. a, ſ f. Mehr noch ist dies der Fall bei der in vier Stücke geschiedenen Schrift, die über den Reifen des Schlages ebenfalls verkehrt steht. Jeder Theil fängt mit einem Bracteatenabgusse an. Man liest: ◉ TITVLVſ ◉ TRIVfaLIS ◉ ıeſvſnazaRenvſ ◉ Rex ıvDeorv̄ ex tot centenarııſſv̄ xvııı (◉ Die Aufschrift ◉ Des Sieges ◉ Jesus aus Nazareth ◉ Der König der Juden aus so vielen Centnern bin ich 18).

t o t x e ū r o e d u i x e R

I I I V X ū s (?) s i i r a n e t n e c

Abb. 9. Helfta. Spiegelschrift 1234.
(von rechts nach links zu lesen)

Ueber das letzte Stück dieser Schrift hat Otte sich zu dem, was von Grössler in der Zeitschrift des Harzvereins 1878 S. 26 ff. hierüber veröffentlicht war, dahin geäufsert, dafs nicht *cincinariis*, sondern *centenariis* zu lesen und also nicht „aus so vielen Klingerinnen“ d. h. Glocken, sondern „aus so vielen Centnern bin ich 18“ zu übersetzen sei. Dafs man zweifelhaft sein kann, geht aus der vorstehenden Zeichnung dieses Theiles der Schrift (Abb. 9) hervor. Wir schliefsen uns indessen aus Wahrscheinlichkeitsgründen der Otteschen Meinung an. Darauf, dafs Cursivschrift nicht mit Sicherheit zur Zeitbestimmung verwerthet werden darf, mag hier noch einmal ausdrücklich hingewiesen werden.

Frühgothik 1250 bis 1350. — Verschiedene Herstellungsarten der Schrift.

Gab es in dem soeben beschriebenen Zeitabschnitte nur wenige Glocken mit Angabe des Gusses, so sind die nächsten hundert Jahre von 1250 bis 1350 daran um so reicher, wie sie denn auch sowohl eine besonders lebhafte Entfaltung der Herstellungsarten des Schmuckes als auch das Bestreben Neues zu erfinden aufweisen. Es ist eben die junge und blühende Gothik, die auch hier schafft, was von keiner anderen Zeit in Deutschland übertroffen worden ist. Ihre Erzeugnisse erheischen eine umständlichere Besprechung.

Gleich unser erstes Beispiel, die Glocke von 1251 im Dome von Minden, also die drittälteste unter denen mit einer Jahreszahl, die wir bis jetzt in Deutschland kennen, legt davon Zeugnifs ab. Aus Abb. 9 u. 10 Bl. 6 erkennt man eine recht gefällige Form. Der Kranz ladet weit aus. Die Krone, nicht eben grofs, hat Oehre von quadratischem Querschnitt, die aber der abgerundeten Kanten wegen doch beinahe noch rund erscheinen; ihre Aufsenseite ist in richtigem Stilgefühl durch ein Flechtmuster als Band gekennzeichnet. Der Mittelbogen ist durch eine Flachkehle zwischen zwei Plättchen nach aufsen profilirt, wie es in dieser Zeit mehrfach vorkommt. Zu 2, 3 u. 4 werden Haube, Hals und sogar der Kranz von Reifchen geschmückt. Die Rippe ist noch stark, läfst aber deutlich erkennen, dafs nur noch wenig dazu gehört, sie durchaus gefällig zu machen. Die Schrift lautet: † ANNO ⁝ DOMINI : MILLESIMO ⁝ DVCENT ⁝ L:I ⁝ A : IACOBO ⁝ HASA ⁝ SV : PCVRANTE ⁝ GERARDO (Im Jahre 1251 bin ich von Jacob gegossen unter der Fürsorge Gerards).

Diese Buchstaben sind noch immer in Doppelstrichen und hier besonders leicht eingeritzt, aber weit sorgfältiger gemacht und von würdigerem Aussehen. Der Raum zwischen solchen Doppelstrichen ist häufig in mäfsiger Weise von einigen Band- oder Blattlinien belebt. Den Anfang kennzeichnet ein Kreuz. Zur Trennung der Wörter sind je nach dem Platze je zwei oder drei übereinander stehende Punkte verwendet. Etwa in gleicher Zahl besteht die Schrift aus römischen oder uncialen Majuskeln. Es finden sich drei Formen für M M und M, zwei für V U, zwei für N N, zwei für II und zwei für A A; die Abkürzung DVCENT (ESIMO) P = PRO in PROCVRANTE und die Zusammenziehung des NT in eben diesem Worte sind beachtenswerth.

Das folgende Beispiel zeigt einen Fortschritt, der fast an eine andersartige Herstellung der Schrift denken läfst. In Abb. 11 Bl. 7 bilden wir ein Stück derselben ab, sie gehört einer Glocke aus Burgdorf an und befindet sich jetzt im Herzoglichen Museum in Braunschweig. Die Form hat fast noch romanisches Aussehen. Infolge der gegenwärtigen unzweckmäfsigen Aufstellung kann die Rippe nicht untersucht werden; sie wird wohl wie die der Mindener Glocke sein. Auch die Krone hat mit der in Minden Aehnlichkeit, da der Mittelbogen und die Oehre ebensolche Profilirung und denselben Flechtenschmuck tragen. Die Inschrift aber sieht ganz anders aus. Ihr Wortlaut ist dieser: † ANNO ∘ DNI ∘ M ⁝ CC ⁝ Lxx ⁝ HAC TAEST ⁝ MAIOR ∘ ADLAVDEM ⁝· DNI NRI ⁝ IHV XPI † HAC∘ IN ⁝ CAMPANA ⁝ SIT ⁝ LAVS TIBI XPESONORA [= † Im Jahre des Herrn 1270 ist die gröfsere (Glocke) gemacht worden (es hat also wohl noch eine kleinere gegeben, auf welcher eine entsprechende Schrift stand) zum Lobe des Herrn (der Titulus INRI soll besonders wegen des fehlenden — oder mit dem eben vorhergegangenen I vereinigten —I vielleicht wirklich als Titel angesehen werden und ist deshalb so zu übersetzen:) des Nazareners, des Königs der Juden, Jesu Christi † Hier in der Glocke sei Dir o Christus ein klingendes Loblied.]

In ziemlich gleicher Anzahl sind Lapidar- und Uncialformen meist derselben Buchstaben vertreten: N N, M M M, A A A, T T; E und C sind schon mehrfach geschlossen. Auf die Ausführung der Buchstaben kam es uns vornehmlich an; sie ist eine sehr saubere, aber von der der bisher besprochenen Schriften verschieden, indem hier, an Stelle einer Doppellinie für die Grundstriche, die Grundstriche in ganzer Breite schwach erhaben sind; man hat die Grenzlinien eingeritzt und dann noch den zwischen ihnen befindlichen Lehm auf geringe Tiefe fortgenommen.

Um den Uebergang zu diesem Verfahren, welches den Fortschritt in der Herstellung der Buchstaben darstellt, deutlicher zu machen, geben wir in Abb. 13 Bl. 7 ein Stück der Schrift an der Benedicta des Merseburger Domes.

Dadurch dafs diese Glocke von vier gleichen Hochbildern (Siegelabdrücke) des Bischofs Heinrich Abb. 11 Bl. 6, welcher der zweite dieses Namens von denen in Merseburg gewesen sein mufs (S. Beschr. Darst. d. ält. Bau- u. Kunstdenkm. 8. Heft S. 159), geziert ist, läfst sich der Gufs auf die beiden letzten Jahrzehnte des 13. Jahrhunderts festsetzen, und damit stimmt die Form der Glocke überein. Ihre Legende gehört mit der oben angeführten auf der Clinsa zusammen, wiewohl beide Glocken weder nach Gestalt noch nach Herstellungsart gleichalterig sein können. Die Schrift lautet: ❁ DUM ❁ BENEDICTA ∗ SONAT ∗ SIT ∗ IN ❁ hIS ❁ BENEDICCIO ◉ SIGNIS (Wenn Benedicta erschallt, sei Segen in ihren Klängen).

Ich halte es nicht für nöthig, an einen späteren Umgufs der anfänglich mit der Clinsa gleichzeitig gegossenen Benedicta zu denken, wie Otto, Beschr. Darst. d. ält. Bau- u. Kunstdenkm. 8. Heft S. 159 und Zeitschr. f. chr. A. u. K. I. S. 85 thut, sondern meine, dafs diese Glocke auch wohl, wenn sie später entstanden ist, eine auf die Clinsa bezügliche Inschrift erhalten haben kann. Die Wörter sind durch verschieden geformte Rosetten getrennt. Die Buchstaben sind von besonderer Schönheit; sie haben Lapidar- und Uncialformen, doch überwiegen die letzteren wohl; so findet sich z. B. kein N, wohl aber ein stets verkehrt stehendes N. E und C sind geschlossen, dabei kommen auch eckige geschlossene E und C vor. Neben I ist J, neben T T vorhanden. Alles dieses ist es indessen nicht, was uns hier besonders angeht, sondern es ist die Hervorbringung der Buchstaben. Das N in unserer Zeichnung (Abb. 13 Bl. 7) läfst ersehen, dafs es durch Einritzen[1]) von Linien in den Mantel-

1) Hier stehen wir im Gegensatze zu Otto, welcher in der Zeitschr. f. chr. A. u. K. I. S. 85 sowie in der Beschr. Darst. d. ält. Bau- u. Kunstdenkm. 8. Heft S. 159 die Verwendung von Wachsmodellen annimmt. Ein Blick auf die feinen Linien des N genügt, um die Unmöglichkeit eines solchen Wachsmodelles darzuthun, selbst wenn nicht ein Fehlstrich und die Verschiedenheit der Buchstaben zur Bestätigung dienten. Aufserdem widerspricht sich Otto. In seiner Glockenkunde, 2. Aufl., S. 117 und Anm. 1 und Anm. 2 läfst er diese Buchstaben auf eine andere Art entstanden sein. Er schreibt, gegen Ende des 13. Jahrhunderts habe man die Schrift aufser durch Einritzen auch hergestellt „durch Eindrücken von erhaben in Holz

lehm gemacht ist, und dafs der Verfertiger bestrebt gewesen ist, die breite Fläche zwischen den Grundstrichen auch durch andere eingeritzte Linien zu beleben. Auf diese Weise noch einen Schritt weiter zu gehen, nämlich die breiten Flächen zwischen den Grenzlinien der Grundstriche völlig auszuheben, lag zu nahe, als dafs es nicht sollte gemacht sein, wie es denn auch die übrigen Buchstaben unserer Zeichnung darthun. Ueberall bemerkt man noch die etwas tiefer gehenden Grenzlinien. Der Verfertiger hatte am Verzieren seine Lust und hat daher auch die Flächen in und neben den Buchstaben stellenweise mit eingeritzten Blumen gefüllt, die freilich nicht alle im Gusse gut gerathen sind.

Als Zierde ist aufser dem viermal unter der Schrift angebrachten Hochbilde Bischof Heinrichs das Brustbild Christi zwischen dem beliebten A und ω der Offenbarung Johannis, und zwar wie die Schrift durch eingeritzte Linien, an der Glocke ausgeführt. Wir geben es in Abb. 3 Bl. 8 wieder, namentlich um die künstlerische Auffassung zu zeigen. Die Kunst ist endlich ganz frei von Erstarrung byzantinischer Art geworden, sie äufsert die selbständige Weise junger deutscher Kraft. Christus, aus einem Kreise hervorsehend, ist als bartloser Jüngling mit einem grofsen Kreuznimbus um den Kopf gezeichnet; er erhebt die Hand zum Segnen. Dafs es die Linke ist, erklärt sich aus der Herstellung. Der Zeichner ritzte das Bild richtig, also einen Christus mit erhobener Rechten, in den Mantel ein und dachte nicht daran, dafs es im Gusse als Spiegelbild, also Christus mit segnender Linken, erscheinen würde. Das ist eines der vielen Beispiele, die durch denselben Fehler zu ähnlichen Auffälligkeiten gekommen sind.

Um die völlige Entwicklung der Schriftausführung zu veranschaulichen und zu zeigen, wie die auf diese Weise hergestellten Buchstaben denen bereits sehr ähneln, welche über Wachsmodellen geformt sind — sie sollen alsdann von uns beschrieben werden —, geben wir in Abb. 1 Bl. 8 das Bild einer Glocke der Oberpfarrkirche in Wernigerode. Ueber Form und Krone, welch letzterer man zu gegenwärtiger Aufhängung zwei von den achtseitigen, mit einem Flechtmuster gezierten Oehren genommen hat, ist nichts zu bemerken; zu beachten ist nur, dafs auch auf der Haube eine Inschrift steht. Sie heifst:

† ANO · DNI · M · CC · LXXXX · VII · FERIA · U · P·

FESTV · BI · IHOS · BAPTISTE

(† anno domini MCCLXXXXVII feria quinta post festum beati Johannis baptistae = Im Jahre 1297 am fünften Tage nach dem Feste des seligen Johannes des Täufers).

Die Hals-Umschrift (Abb. 8 Bl. 8 giebt ein Stück von ihr) ist gröfser; sie lautet: PER · ME · LAVDETUR · DS · AVRA · NOCIVA · FUGETᵒ (= Durch mich wird Gott gelobt, die schadenbringende Luft (vielleicht die Gewitter) vertrieben.) Unter den Abkürzungen der ersten Schrift sind merkwürdig die für *post* und *beati;* bei *Johannis* hat der Schreiber ohne Zweifel irrthümlich das o hinter h gestellt; in *festum* ist s und t zusammengezogen, aber dadurch undeutlich geworden; *baptiste* für *baptistae* ist allgemein im Mittelalter. In der Hals-Umschrift ist nur die Abkürzung des *fugetur* merkwürdig. Auch an dieser Glocke wechseln Lapidar- und Uncialformen mit einander: UV, AA; schmückendes Blumenwerk fehlt, nur einige Male sind neben den Grundstrichen begleitende Haarstriche zu sehen, aus denen sich mit Sicherheit ergiebt, dafs hier noch keine Wachsmodelle verwendet worden sind. Die Ungleichheit der Buchstaben und deren Haarstriche zeugen davon ebenfalls. Allein gerade weil alle zierenden Zuthaten fehlen und die Buchstaben in breiten Strichen erhaben dastehen, werden sie den Wachsbuchstaben bis auf den Umstand ähnlich, dafs die Grenzlinien dieser Striche weder scharf noch senkrecht zur Grundfläche sind. Man vergleiche ihren Durchschnitt in Abb. 8 Bl. 8 mit dem der Wachsbuchstaben in Abb. 11 Bl. 8. Wie an der Merseburger Benedicta hat man auch dieser Glocke das Bildnifs des Bischofs angeheftet, welcher die Glocke giefsen liefs. Es ist über einem Siegelabdrucke in der Form der Mandorla erhaben ausgeführt, aber nur einmal.

Abb. 14 Bl. 7 stellt ein Stück einer Glockenschrift aus Radis dar, die ebenso gemacht ist, deren Entstehungsjahr wir aber nicht angeben können. Sie bezeichnet gut das Aussehen der Schrift, wie sie bis zum dritten Viertel des 14. Jahrhunderts, wo diese Herstellungsart aufhört, üblich war. Die Buchstaben, mit Lapidaren freilich gemischt, haben rein gothisches Gepräge, dabei sind sie für die gewöhnlichen Stücke nicht sonderlich sorgfältig gezeichnet, sodafs die Gröfse verschieden, die Stellung ungleichmäfsig, sogar die Rechtschreibung mangelhaft ist. Die ganze Schrift heifst: † UAS DEUS NOC SIGNA PLESB SALUA SIT AURA BENIGNA = (dieses Gefäfs (= Glocke) Gott lafs erschallen, das Volk errette, die Luft segne.) Das Wort *plebs* in dieser sehr oft wiederholten Inschrift ist selten richtig geschrieben; aufser dieser kommen auch andere Umstellungen der Buchstaben, z. B. *pelbs*, vor.

Ehe wir das 13. Jahrhundert verlassen, soll noch an einem Beispiele gezeigt werden, dafs die Schriftherstellung nicht an die beschriebene Weise allein gebunden war. Wenn auch nur vereinzelt, so ist doch das bei der Idenser Glocke angewandte Verfahren mittels Wachsfäden auch jetzt noch bekannt, wie die Glocke der St. Moritzkirche in Halberstadt von 1281 erkennen läfst. Die Form (Abb. 3 u. 4 Bl. 7) ist ziemlich gedrungen; die Rippe ist dick, doch ohne einen Kranz von entsprechender Stärke. Die starke aber nicht grofse Krone hat runde, nach aufsen mit einem Flechtmuster belebte Oehre. Die Schrift in einem von vier Reifchen besäumten Halsbande heifst: P · CRVCIS · H · SIGNV † FVGIAT · PCVL · OE · MALIGNVM · ME · TVO · XPE · BNDICTᵒ · SIT · LOCᵒ · ISTE · (= „Durch dieses Kreuzzeichen † möge weit fortgejagt werden alles Schlechte; von deinem Munde, Christus, sei gesegnet dieser Ort.“) Aufserdem steht etwa eine Hand breit unter diesem Bande in ebenso grofsen Buchstaben ohne Ein-

---

geschnitzten einzelnen Buchstaben in den auf der für die Inschrift bestimmten Stelle wieder weich gemachten Mantel“. Ferner: „Zuweilen waren die geschnitzten Buchstaben an den äufseren Rändern mit feinen Rundzäckchen besäumt, zuweilen aber im Viereck umrahmt, und diese Einfassung druckte sich mit ab“. Den durch das Feuer fast gebrannten Lehm des Mantels wieder so aufzuweichen, dafs sich mit erhabenen Formen Eindrücke in ihm herstellen lassen, ist nicht möglich. Otte hat die von ihm hierzu angeführte Stelle Viollet-le-Duc's, nämlich Dictionn. de l'architect. 3. 285 Fig 3, nicht verstanden. Es heifst dort: *Les inscriptions façonnées dans les moules pour chaque cloche, pendant les XIIIe et XIVe siècles, ainsi, que le démontre la fig. 2, sont faites à partir de la fin du XVe siècle, au moyen de caractères de plomb ou de bois servant à imprimer chaque lettre sur une petite plaque de cire, que l'on appliquait sur le modèle avant de faire le creux; par suite de ce procédé les lettres se trouvent inscrites chacune dans une petite tablette plus ou moins decorée.* Die Rede ist hier also von den vertieften Holzformen für die dem Hemde aufzuheftenden Wachsmodelle.

fassung und mit so vielen Zwischenräumen zwischen den Zeichen, dafs der Umkreis nicht unterbrochen wird: A · D · M C C · LXXXI · (= „Im Jahre des Herrn 1281.“) Die Halsumschrift bildet einen leoninischen Vers, ein Distichon, wie es so beliebt im Mittelalter war. Die Abkürzung für *per* ist die gewöhnliche, bei *hoc* vermifst man das Zeichen für *c*. Hier hat das Kreuz gewissermafsen den Sinn eines erklärenden Beisatzes. Die Abkürzung des *pro* in *procul* ist beachtenswerth, die für *omne* nicht gerade ungewöhnlich, dagegen die für *bene* in *benedictus* gewifs ziemlich selten. Für die Endung *us* ist das gebräuchliche Zeichen angewandt.

Die Ausführung der Buchstaben unterscheidet sich von der der Kreuze auf der Idenser sowie von der der Buchstaben auf der Glocke in Moissac dadurch, dafs die auf das Hemd gelegten Wachsfäden viel stärker sind, und dafs gar keine romanischen Voluten-Enden vorkommen. Jeder Buchstabe ist aus kurzen, anbezw. über einander gelegten Fäden zusammengefügt, wie Abb. 13 Bl. 8 verdeutlicht. Hierdurch mufste die Schrift das strenge, weniger geschriebene als plastisch geformte Aussehen bekommen, welches sie von den übrigen Glockenschriften unterscheidet. Aus dieser Figur geht auch zweifellos hervor, dafs nur Wachsfäden zu ihrer Herstellung gedient haben können, weil die im Schnitt runden Buchstabenlinien höchstens auf ein Viertel ihrer Stärke mit dem Glockenkörper zusammenhängen. Sollte der den Buchstaben gleichsam umklammernde Lehm des Mantels nicht abgestofsen werden, so mufste der Buchstabe vor dem Abheben des Mantels geschmolzen, also von Wachs sein.

In der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts erhält sich die Ausführung der Schrift durch Einritzen; die Buchstabenformen bilden sich dabei aus. Des Ausheben des Grundes zwischen den Grenzlinien der Grundstriche, wiewohl immer mehr in Aufnahme gekommen, hat jedoch die doppellinigten Grundstriche keineswegs verdrängt. Beide Weisen bestehen neben einander, bis sie um die Mitte des 14. Jahrhunderts den Wachsmodellbuchstaben weichen müssen. Zuerst bestätigt dies Abb. 12 u. 13 Bl. 6, eine Glocke der Halberstädter St. Moritzkirche. Ihre Form ist stark ausgebildet; namentlich ladet der Kranz weit aus, er ist indessen nicht mehr dick, wie auch die Rippe keine unschöne Linie mehr hat. Die Krone ist verhältnifsmäfsig grofs, ihre Oehre sind nach aufsen bandförmig profilirt, doch ungemustert. Neben denen, die in der Richtung des Mittelbogens stehen, befindet sich jederseits ein runder abgebrochener Ansatz sowohl nach aufsen als nach innen bemerkbar. Einer von diesen vieren ist völlig herausgeschlagen, sodafs sich an seiner Stelle ein durchgehendes Loch findet. Scheinbar haben wir es hier mit den Ansätzen von Windpfeifen zu thun. Das breite Halsband, beiderseits von zwei Reifchen gesäumt, hat diese Schrift:

† ANNO ∘ DNI ∘ M ∘ CC∘CXVIIII

FACTU ∘ EST · HOC · OP' ∘ P ∘ MAN' ∘ MAGRI · IOHIS SOMAVR

NON ∘ AVG = Im Jahre des Herrn 1315 am vierten Tage

ICIVS ∘ = ist dieses Werk durch die Hände des Mei-

vor den Nonen des Augusts (oder 1319 an den Nonen des Augusts)

sters Johannes gemacht. heiliger Moritz.

Sie ist, wie man sieht, doppellinig, ja in den Grundstrichen sogar drei-, auch vierlinig eingeritzt. Die Formen, römisch und uncial, sind gut ausgebildet in gothischer Weise, d. h. die Form, z. B. die des O ist O, mandorlaartig, nicht mehr diese O runde, ebenso D C usw. Die Abkürzungszeichen stehen theils zwischen den Buchstaben, theils zwischen den Reifchen; P für *per*, 9 als die Endigung *us* sind bekannt. Das erste der Hochbilder, die wir weiter unten noch besprechen werden, stellt die heil. Maria mit dem Kinde auf einem Throne dar; dann sieht man den Crucifixus mit Maria und Johannes, unter dem Namen des Magister Johannes ein Siegel, welches Mandorlaform hat und einen sitzenden Bischof mit einer nicht leserlichen Umschrift zeigt. Es ist wohl das Siegel des um 1315 an der Regierung gewesenen Halberstädter Bischofs und hat keinen Bezug auf den Glockengiefser. Anders verhält es sich mit dem Rundbilde unter dem S. Mauritius, welches einen Ritter auf seinem Pferde darstellt und also wohl der Titelheilige, den die Ueberschrift nennt, sein mufs.

Formen, die noch mehr in gothischer Art ausgebildet sind, zeigt das Stück einer Inschrift der Glocke in Cremitz (Reg.-Bez. Merseburg), welches wir in Abb. 10 Bl. 7 dargestellt haben. Die ganze Legende heifst: IOHN · MARIA · HILF · AMEN · Das A in *Johan* ist vergessen worden, E und N in *amen* stehen verkehrt. Dafs die Schrift frühestens am Ende unseres Zeitabschnittes gemacht ist, zeigt hier nicht die Herstellung, sondern die Ausbildung der Buchstaben, welche viel zu eckig und fest gezezeichnet sind und dadurch den Geist reifer Gothik verrathen, als dafs sie schon im 13. Jahrhundert oder selbst noch im ersten Viertel des 14. Jahrhunderts, wie die des vorigen Beispieles, gemacht sein könnten. Hinzu kommt, dafs die Legende in deutscher Sprache abgefafst ist, was nachweislich zuerst zu Anfang des 14. Jahrhunders vorkommt, vor der Mitte dieses Jahrhunderts aber immer noch selten ist und erst im 15. Jahrhundert häufig gefunden wird.

Bevor wir einen neuen Zeitabschnitt anfangen, ist nachzuholen, was die bildlichen Darstellungen auf den Glocken bis zur Mitte des 14. Jahrhunderts anbetrifft. Erwähnt wurde, dafs sich bereits auf der Glocke in Helfta von 1234 Bracteaten finden, aber solche sind als Hochbilder kaum von gröfserer Bedeutung als die profilirten Rundstücke der sonst ganz ungeschmückten ältesten Glocken, und es soll hier nur noch festgestellt werden, dafs sie auch in diesem Zeitabschnitte vorkommen. Bilder stellte man übrigens, wie die Schrift, durch in den Mantellehm eingeritzte Linien dar. Die vier Rundtheile in der Schrift der Clinsa in Merseburg könnten in gewisser Weise hierher gerechnet werden. Ferner sei hingewiesen auf das Brustbild Christi zwischen A und ω an der Benedicta in Merseburg (Abb. 3 Bl. 8), welches in derselben Weise ausgeführt ist. Für seine Eigenthümlichkeit, das Segnen mit der Linken, haben wir den Grund angegeben; auf ihn läfst sich denn auch zurückführen, wenn man einen Ritter (heil. Georg, Moritz) mit der Schwertscheide an der rechten Seite, die Klinge aber in der linken Hand haltend sieht, oder den Gekreuzigten mit links geneigtem Haupte, das linke über das rechte Bein geschlagen und unter den Kreuzarmen Maria und Johannes, bezw. über denselben Sonne und Mond an verwechselten Plätzen; hierzu giebt Abb. 12 Bl. 7 noch ein Beispiel aus dem 15. Jahrhundert. Die Modelle zu den ältesten wirklichen Hochbildern — als solche können die besprochenen Darstellungen nicht gelten — sind für die Glocken

eigentlich nicht gemacht, sondern zu deren Verzierung nur gelegentlich benutzt worden. Es sind Siegelabdrücke, welche, auf das Hemd geklebt, im Mantel sich abformen und, durch das Feuer im Kerne schmelzend, ihr Bild als Hohlraum hinterlassen mufsten. Dem, unter dessen Gunst und Schutze der Gufs geschah, also zumeist der Bischof des Sprengels, lag natürlich daran, sein Andenken durch die Glocke zu erhalten, wozu sich das Anheften seines Insiegels als günstiges Mittel darbot. Als Beispiel diene das Siegel des Bischofs Heinrich II. aus dem Hause Ammendorf, welches viermal an der Benedicta angebracht ist, Abb. 11 Bl. 6. Ein ähnliches trägt die Wernigeroder Glocke von 1297, jedoch ist es nur einmal angeheftet. Dafs diese Siegel bald auch zur Herstellung anderer Hochbilderformen führten, ist erklärlich. So trägt die Glocke der St. Moritzkirche in Halberstadt von 1315 bereits solche aufser einem Siegel; unter ihnen ist die heil. Maria mit dem Kinde deswegen merkwürdig, weil zwar ihre Gestalt über Wachs geformt und dem Hemde aufgelegt ist, die Architectur um sie aber erst später durch Linien, die in den Mantel eingeritzt sind, hinzugefügt ist, sodafs also beide Arten hier verbunden vorkommen. Obgleich Wachsmodelle von den Broncegiefsern bereits lange vorher verwendet worden sind, so haben doch bei dem Glockengusse scheinbar erst die Siegel zu ihrer Verwendung in der letzten Hälfte des 13. Jahrhunderts geleitet. Sie haben dann fast ein Jahrhundert später die Wachsbuchstabenmodelle hervorgerufen, welche für die Glockenschriften etwa das sind, was die beweglichen Buchstaben für den Buchdruck bedeuten. Die Zusammenstellung der Bilder giebt in der Regel keinen Gedanken wieder. Manche, so namentlich die mystischen Zeichen, dienen zur Abwehr böser Geister, andere stellen die Titelheiligen dar, und wieder andere beziehen sich auf das Leben Christi, der Maria oder eines Heiligen; in diesem Falle ist allerdings ein Gedankengang ausgesprochen.

Um nicht vom Allgemeinen zum Besonderen überzugehen, können wir nicht weiter besprechen, dafs gewisse Gegenden, bezw. gewisse Giefser, zu einer Zeit besondere Zierrathe, seien es Bilder oder Blumen oder Geflecht, fast an allen ihren Glocken angebracht haben, sodafs diese leicht zu bestimmen sind, sobald man eine derselben festgestellt hat.

Noch ehe wir unseren Zeitabschnitt verlassen, sei über den Sinn der Inschriften und Bilder bemerkt, dafs sie, auch selbst die oft tausendfach wiederholten nicht ausgenommen, immer durch Gedankentiefe und Sinnigkeit ausgezeichnet sind und trotzdem oder vielmehr eben deswegen sich durch besondere Kürze und Bestimmtheit hervorthun. Wie so viele Inschriften des Mittelalters sind auch die der Glocken sehr oft leoninische Verse, z. B. folgende einer Glocke dieser Zeit in Düben im Kreise Bitterfeld: *En non cesso piam sonitu clamare Mariam* oder die einer Glocke auf dem rothen Thurm in Halle a/S., welche freilich schon Wachsbuchstaben, aber noch Majuskeln hat: *Hec campana pie resonat sub honore Marie.*; ferner kurz und inhaltreich die einer Glocke aus Alt-Jessnitz im Bitterfelder Kreise: *Vox dei pax domini* (verkehrt stehend). Hierher gehört auch das einfache aber vielsagende *A* und *ω* auf so mancher Glocke; so oft es aber auch vorkommt, nach der Mitte des 14. Jahrhunderts dürfte es nur selten noch angetroffen werden. Die Jahreszahl sowie der Tag des Gusses und selbst der Giefser sind oft angegeben; im 14. Jahrhundert allerdings scheinbar seltener; erst vom 15. Jahrhundert ab läfst man die Zeit selten ungenannt.

Späte Gothik 1350 bis 1500. — Wachsbuchstaben.

Die gothische Spätzeit von 1350 bis 1500 haben wir nunmehr zu untersuchen. Obwohl in der einen oder anderen Hinsicht Fortschritte unverkennbar sind, so liefert sie doch nicht so werthvolle Erzeugnisse wie der vorige Zeitabschnitt. Die Form wird ein wenig bestimmter, man kann sagen härter; die Rippe zarter und womöglich noch gefälliger; die Krone hat mit seltenen Ausnahmen eine zur Glocke in gutem Verhältnisse stehende Gröfse und Oehre, welche sich geschmeidig zu einer Kronenform ausbiegen. Mehr als diese allgemeinen Angaben, aus denen erhellt, dafs eine auffällige Umgestaltung nicht mehr stattfindet, möchten wir nicht machen, weil wir anderenfalls zu Besonderheiten kämen, wie sie nun immer mehr auftreten.

Die besten Kennzeichen für das Alter liefert wieder die Schrift, welche selten fehlt. Jetzt endlich lernt man sie in der Weise herzustellen, wie es seitdem beibehalten ist und wie unsere Beschreibung des Gusses oben umständlicher ausführt; man fing an Buchstaben in Wachs anzufertigen und klebte sie wie die Siegel dem Hemde auf. So leicht in Anbetracht der Siegel diese Erfindung scheint, so ist sie doch erst frühestens ein bis zwei Jahrzehnte vor der Mitte des 14. Jahrhunderts gemacht; sie war eben um nichts leichter oder schwerer als im folgenden Jahrhundert die der Buchdruckerkunst; man verstand längst Bilder zu drucken, ehe Guttenberg sein erstes Buch fertigte. Auf zwei Arten konnte man verfahren: die Buchstaben liefsen sich aus einem in der gewünschten Dicke bereiteten Wachskuchen mit einem Messer ausschneiden oder aus nafs gemachten, vertieften Formen, in welche man das nöthige Wachs gedrückt hatte, heraus heben. Beide Verfahren sind nach unseren Beobachtungen gleichzeitig, nur scheint die letztere im 15. Jahrhundert beliebter gewesen zu sein. Sie sind dadurch zu unterscheiden, dafs die erstere gewöhnlich nicht ganz gleich grofse Buchstaben hat, welche auch infolge der geringen Stärke, die man namentlich in den ältesten Beispielen dem Wachskuchen gegeben hat, öfter bei dem Aufkleben zerrissen sind und sodann haben zusammengestückt werden müssen. Bei der anderen Art sind nicht selten noch die Ansätze im Gusse erkennbar, die das nicht mehr in die Form zu pressende Wachs gebildet hat, auch sind sie wohl mit zierlichen Perlenreihen oder dergl. besonders geschmückt. Unsere Zeichnungen Abb. 11 und 12 Bl. 8, werden das Gesagte verständlich machen. Die Buchstaben, welche über Wachsmodellen geformt sind, von denen, die mit ausgehobenem Grunde eingeritzt und ihnen oft äufserst ähnlich sind, überhaupt zu unterscheiden, ist deshalb nicht schwierig, weil erstere eine glatte Oberfläche haben, selten Grund- und Haarstriche stark unterscheiden, scharfe Kanten bilden und senkrecht zur Glockenfläche stehende Seitenflächen zeigen.

Als die ersten Wachsbuchstaben findet man Majuskeln, welche kaum stärker als Papier sind, und die man daher auf den alten Glocken schwer lesen kann. Als Probe einer solchen Schrift diene Abb. 14, Bl. 8, ein Inschriftsstück einer Glocke auf dem rothen Thurme in Halle a. S. Stärkere Majuskeln in Wachs sieht man in Abb. 9, Bl. 8, einem Stücke der Inschrift auf der Glocke von Uthleben im Kreise Sangerhausen, dem Jahre 1355 angehörig. Im ganzen sind wenige Majuskelschriften in Wachs ausgeführt worden, weil um diese Zeit überhaupt wenige neue Glocken gegossen sind, und da man sich bekanntlich um die Mitte des 14. Jahrhunderts oder doch gleich da-

nach für alle monumentalen Schriften der Minuskeln zu bedienen anfing. Indessen während letzteres wohl für die Steinmetzen, Bildhauer und andere zutrifft, welche an Bau- und Kunstwerken Inschriften anzubringen hatten, so machen die Glockengiefser doch insofern eine Ausnahme, als sie nur zögernd und vor dem letzten Viertel des 14. Jahrhunderts kaum allenthalben diesen neuen Brauch annahmen.

Ein frühes Beispiel von Minuskeln ist, wiewohl nicht durch die Angabe einer Jahreszahl bestimmt, die Inschrift einer Glocke in Langenreichenbach im Torgauer Kreise. Sie heifst:

ihc rufe di rebeude unde bite vor di toden un czn storO Da ... weteR

Die Buchstaben richtig zu ordnen ist dem Giefser nicht ganz geglückt, seine Kenntnifs kann schwerlich grofs gewesen sein, sonst hätte er nicht auch mehrfach ähnliche, aber falsche Buchstaben genommen; schliefslich aber — und daraus ergiebt sich unserer Ansicht nach das höhere Alter — hat er noch Majuskeln unter die Minuskeln gemischt und dadurch verrathen, dafs er um die Zeit gelebt hat, in welcher der Uebergang von jenen zu diesen geschehen ist. Ein anderes frühes Beispiel von Minuskeln giebt eine Glocke der St. Moritzkirche in Halberstadt Abb. 3 und 4, Bl. 6. Die Schrift heifst:

+ anno · domini · m̊ · c°c°c°l°xxvi̊° · ave · maria · gracia

Sie bietet nichts sonderlich Merkwürdiges mehr, es sei denn, dafs, wie auch in unserer Zeichnung erkennbar ist, die Buchstaben verschiedentlich nicht gerade stehen und sicherlich aus Formen gehoben, nicht mit dem Messer geschnitten sind. An der Glocke ist viermal dasselbe unkenntliche Figürchen einer Heiligen wiederholt.

Mit der Zeit der Verwendung von Wachsmodellen für die Schrift tritt eine merkwürdige Erscheinung auf, die nämlich, dafs man sinnlose Inschriften anbringt, d. h. Inschriften, deren einzelne Buchstaben, wiewohl deutlich erkennbar, nicht zu Wörtern, sondern nach Willkür zusammengestellt sind und sich deshalb nicht lesen lassen. So lange die Schrift durch Einritzen hervorgebracht wurde, mufste der Verfertiger lesen können; er schrieb also nichts Sinnloses; die Wachsmodelle machten es dem Giefser auch möglich, seine Glocke mit einer Schrift zu versehen, wenn er nicht lesen konnte. Er brauchte seine Wachsbuchstaben zu einem Schriftbande nur zusammenzureihen; ob Wörter oder gar Worte entstanden, das war etwas anderes, genug dafs der Schmuck eines Schriftbandes nicht fehlte; unter den Bestellern verstand zumeist auch niemand zu lesen und so war der Sinn der Buchstabenzeichen gleichgültig.

Den Beweis mag eine Inschrift bilden, nicht mit einer Reihe beliebiger Buchstaben, wie solche Schriften in allen Glockenkunden stehen, sondern eine seltene und in mehrfacher Hinsicht beachtenswerthe.[1]) Es is die einer Glocke in Schmilkendorf im Kreise Wittenberg; sie lautet:

hilfgot · iohans · von · lobda · machte · mich · abcdefghiklmnopq ·
rſstuvxyz-t-z

Der Grund, dafs wir hier anfangs eine kurze Gebetsformel und danach eine geschichtliche Angabe lesen, ist, dafs Johan von Lobda allerdings die Aufeinanderfolge der Buchstaben und Wörter zu diesen an fast allen seinen Glocken wiederholten Sätzen endlich behalten hatte. In diesem Falle füllten sie aber das Schriftband noch nicht aus, als seine Weisheit zu Ende war; um nicht beliebige Buchstaben an einander setzen zu müssen, verfiel er auf etwas, das ihm jedenfalls doch noch sinnreicher dünkte, er setzte das Alphabet daran. Als dann das Halsband gefüllt war, blieben wieder Buchstaben übrig; diese nicht auch zur Geltung kommen zu lassen, scheint ihm wohl leid gethan zu haben, und daher setzte er sie ohne Besinnen noch unter die Reihe. Dafs die Minuskeln dicht an einander gerückt werden, erschwert ihr Lesen ungemein. In Abb. 15, Bl. 8, eine Probe, den Schlufs einer Inschrift, welche heifst: + *o · rex · glorie · veni · cum · pace · domine.* mrhihnn. Ob dieser Schlufs ein Wort abgiebt oder nur eine Reihe beliebiger Buchstaben zur Ausfüllung des Schriftbandes ist, mag der Leser mit untersuchen helfen.

Für die Zeitbestimmung bieten die Glocken des 15. Jahrhunderts bezüglich ihrer Schrift wesentlich nichts Neues mehr; in der Aufschrift ist auch das Entstehungsjahr meist angegeben. Nur über die bildlichen Darstellungen ist noch einiges zu bemerken. Man sollte denken, dafs, nachdem es einmal in Aufnahme gekommen war, durch Wachsmodelle wirkliche Hochbilder hervorzubringen, man diese Weise vervollkommnet und die des Einritzens wie für die Buchstaben so auch für die Bilder aufgegeben haben würde, allein dem ist nicht so. Mochten nun die immerhin kleinen Wachsmodelle gegenüber den stets gröfser werdenden Glocken zu unbedeutend erscheinen, mochten auch die Giefser für den jedesmaligen Fall eine Holzform zu dem gewünschten Bilde nicht immer vorräthig haben oder dieselbe sich nicht gleich herstellen lassen können, genug, die Glocken der späteren Gothik tragen nicht selten neben ihrer Wachsbuchstabenschrift Bilder, die dem Mantellehme eingeritzt worden sind. Auch sie haben oft die Eigenthümlichkeit Spiegelbilder zu sein. In Abb. 12, Bl. 7 ist ein Beispiel hierzu gezeichnet. Es stellt den Gekreuzigten dar mit Maria und Johannes und befindet sich an einer Glocke auf dem nördlichen, blauen Thurme der Marktkirche in Halle a. S. 1420 ist das Jahr des Gusses.

Sind früher Zierrathe allgemeiner Natur, wie pflanzliche oder bauliche, im ganzen sparsam gebraucht worden und fast immer auf die Buchstaben selbst beschränkt geblieben, so werden sie gegen das Ende des Mittelalters der Schrift nur selten zu theil, dafür aber zur Bereicherung des Schriftbandes und Umränderung der Bilder, sowie an den Oehren in Fülle angebracht. Die Mannigfaltigkeit ist so grofs wie die Zahl der Giefser und der Gegenden ihrer Thätigkeit.

Bei einem Rückblicke auf die letzten anderthalbhundert Jahre des Mittelalters ergiebt sich, dafs Fortschritte in der Anfertigung der Glocken gemacht sind, sodafs die Herstellung von Riesenglocken gelingt, dafs aber die künstlerische Ausbildung der Schrift durch den Gebrauch von Wachsformen nicht gefördert ist. Auch der geistige Gehalt in den Aufschriften, die zwar an sich gut, jedoch von den geschichtlichen Angaben abgesehen, immer wiederholt werden, ebenso wie der in den Bildern, die grofsentheils allbekannte Heiligenbilder sind, hat nicht gewonnen. Schrift und Bilder bieten indessen vielen Stoff zu Betrachtungen über das mittelalterliche Geistesleben, namentlich wenn man eingehen will auf Eigenthümlichkeiten, von denen wir hier schweigen müssen, weil es uns von unserem Ziele zu weit abführen würde. Um uns verständlich zu machen, sei z. B.

1) Otto kennt eine solche noch nicht, denn er sagt in seiner Glockenkunde S. 135 Anm.: „Es sollen selbst die Buchstaben des Abc in alphabetischer Reihenfolge vorkommen."

nur erwähnt, dafs Ā und ω in der Zeit der Minuskeln nicht mehr vorkommen, ebenso fehlt das AGLA, der besonders gegen Feuer schützende Gottesname; dagegen erscheint die Zauberformel *ananisapta* in dieser Zeit auf den Glocken um so öfter, und zwar gewöhnlich allein ohne Zusammenhang mit der übrigen Schrift.[1])

Renaissance 1500 bis 1550 — gothisirende Schrift.

Die Glocken aus dem Anfange des 16. Jahrhunderts haben in ihrer Form nichts Neues, wenn man nicht etwa auf die Schlagglocken aufmerksam machen will, an denen diese Zeit reich ist und die aufser ihrer niedrigen, unschönen Form und dem Fehlen des Hangeisens für den Klöppel nichts Bemerkenswerthes als ihre Schrift haben. Diese ist neu und eigenthümlich. Sehr vereinzelt kommt sie wohl schon in den beiden letzten Jahrzehnten des 15. Jahrhunderts vor, auch kann man sagen, dafs sie in den beiden ersten des 16. Jahrhunderts an den Glocken immer noch von der Minuskelschrift überwogen wird — letztere giebt es noch das ganze 16. Jahrhundert hindurch, nur an den Glocken selten nach 1530 noch —, dann aber herrscht sie zwei Jahrzehnte ausschliefslich, um gegen 1550 der gewöhnlichen römischen Lapidarschrift Platz zu machen. Das Wesen unserer Uebergangsschrift ist, dafs sie aus gothisirenden Lapidarbuchstaben besteht, deren Formen aber ganz bestimmt sind. Man kann sie daher, wenn man diese Formen kennt, wohl unterscheiden von den Wachsmajuskeln des 14. Jahrhunderts, denen sie sehr ähnlich sind. In den Abb. 16 und 17, Bl. 8, sind Beispiele zum Vergleiche neben einander gestellt. Die Verschiedenheit der Buchstaben fällt in die Augen, allein wir können ihr keine längere Betrachtung widmen, ohne zu paläographischen Bemerkungen überzugehen.

Im 16. Jahrhundert wird dem Gusse im allgemeinen nicht mehr die frühere Sorgfalt zugewandt. Die Buchstaben sind stark erhaben und stehen selten gerade. Man findet viel öfter als im Mittelalter zwei Schriftreihen um den Hals laufen; ferner umzieht oft eine Schriftreihe auch den Kranz; in ihr hat sich der Giefser verewigt; überdies steht wohl eine vielreihige Schrift noch an der Glocke und bedeckt diese fast. Was die Ausführung der Schrift eingebüfst hat, ist an Menge gewonnen, doch nicht auch an Gehalt; im Gegensatze zu dem der kurzen mittelalterlichen Inschriften ist er unbedeutend; fast nie fehlt die Angabe der Zeit und des Giefsers. Z. B. steht auf einer Glocke der Kirche in Prettin: obere Reihe:

LOBT · DEN · HERN ◉ ALLE · SEINE · WERCKE ◉
AN · ALLEN · ORTEN ◉ SEINER · HERSCHAFT. SAL. I · ◉◉

zweite Reihe:

ANNO 1556. BENEDICTVS DOMINVS IN OMNIBVS
OPERIBVS · SVIS: ANDREAS BACHER GOSS MICH

Aufserdem wird die Glocke von verschiedenen erhabenen Darstellungen, von denen sich einige wiederholen, bedeckt.

Eine Glocke in Trebnitz im Merseburger Kreise hat folgende Schrift:

GOTT ALLEIN DIE EHRE DVRCH FEVERS HITZ BIN
ICH GEFLOSSEN CASPAR SENGER ZV ZWICKAV
HAT MICH GEGOSSEN 1584.

Und ganz ähnlich die Schrift einer Glocke in Zscherben im Saalkreise:

AVS DEM FEVER BIN ICH ENTSPROSSEN
ECKHARDT KVCHER HAT MICH IN ERFORT GEGOSSEN
MDLXXXX.

Gerade umgekehrt verhält es sich mit den Hochbildern. Die mittelalterlichen sind gewöhnlich nicht sonderlich gut, weil im Mittelalter die Baukunst vor der Bildhauerei und Malerei den Vorrang hatte, die seit dem 16. Jahrhundert selten schlecht, oft hingegen von einer solchen Formenschönheit — namentlich die Wappen der adeligen Familien, welche den Gufs bezahlten oder förderten —, dafs sie für ihren abgelegenen Platz zu wenige Beachtung finden. Sie sind sämtlich über Wachsmodellen hergestellt, eingeritzte Bilder kommen nicht mehr vor. Zu Ende des 16. Jahrhunderts, also zur Blüthezeit der Renaissance, giebt es viele auch in der Form vortreffliche Glocken. Durch eine gut gezeichnete Rippe und Schärfe der Einzelheiten im Gusse zeichnen sie sich aus. Die Krone erhält eine Bereicherung an Schmuck durch Köpfchen, Blattwerk und dergl.

Im 17. Jahrhundert legte der dreifsigjährige Krieg die Glockengiefserei, wie alle anderen Gewerbe, lahm. Als er beendet, waren Form und Anfertigung ausgeartet. Endlose Namensverzeichnisse der Kirchenpatrone, Pastoren, Küster, Kirchenvorsteher, Landesherren usw. überziehen die Glocke. So recht in Blüthe steht jetzt das Ersinnen von Chronogrammen, die schon früher und noch später vorkommen, jetzt aber in Menge auftreten. Es sind das gewöhnlich in Versen abgefafste Inschriften, in welchen die Summe der Zahlen, die die vorkommenden Zahlbuchstaben bilden, das Jahr des Gusses ist. Diese Zahlbuchstaben sind gröfser als die anderen. Solche Inschriften haben gesuchte und gekünstelte Ausdrücke und einen nicht immer geistreichen Inhalt. So hat z. B. eine Glocke der Hauptkirche in Eilenburg von 1717 aufser vieler anderer Schrift auch dieses Chronogramm:

MartInVs LVtherVs theoLogIae DoCtor =
1000 + 1 + 5 + 50 + 5 + 5 + 50 + 1 + 500 + 100 = 1717

und damit nicht genug neben der ausdrücklichen Angabe CIↃ IↃ CC XVII noch ein zweites:

stet VerbVM VIVaX CoeLIqVe aC terra fatIsCant
Vt rVat hInc tVrCae pontIfICIsqVe fVsor,

welches ebenfalls die Jahreszahl 1717 enthält. Aufser den Chronogrammen stehen jetzt die Siglen, ebenfalls schon früher und noch später vorkommend, in Blüthe. Es sind das die Anfangsbuchstaben eines bekannten Spruches oder langer Titel. V. D. M. I. Æ = *verbum domini manet in aeternum* ist ein überaus oft zu findendes Beispiel. Die Titel, wenn man sie nicht schon weifs, sind selten aus den Siglen zu entziffern.

Auch die Glocken des 18. Jahrhunderts haben die letzt beschriebenen Eigenschaften; nur wird die Schrift oft in Rococozügen und -Zierrathen ausgeführt. In der Zopfzeit, also zu Ende des 18. und zu Anfang des 19. Jahrhunderts, steht die Glockengiefserei auf sehr niedriger Stufe, aber es kommen

1) Nach Otto: Kunstarchäologie I, S. 400 soll sich *ananisapta* mit „*Anani*, die sieben", dem Schlusse des 24. Verses im 3. Cap. I. Chronica in Verbindung bringen lassen. Dem sei, wie ihm wolle, seine Bedeutung wenigstens wird man aus den beiden leoninischen Versen erkennen, welche unter anderen an einer Glocke in Kyhna bei Delitzsch noch in eingeritzten Majuskeln stehen und also heifsen:
✝ *Est mala mors capta dum vincitur ananisapta*
✝ *Ananisapta ferit morteque laedere querit.*
Darnach kann von keiner „talmudistischen Bezeichnung des Messias" die Rede sein, sondern im Gegentheil von der Bezeichnung des Teufels.

glänzende Ausnahmen vor, welche in Schrift und Schmuck das richtige Mafs halten, ohne den Geschmack der Zeit zu verleugnen. Nach der Zopfzeit herrscht Stillosigkeit, Willkür. Der Giefser mengt verschiedenzeitige Zierrathe beliebig zusammen, vergifst nie seinen Namen grofs anzubringen und stellt doch einen Gufs her, der seinem Namen nur wenig Ehre machen kann. Verfafst er die Inschrift selber, so ist die Rechtschreibung zuweilen recht mangelhaft; lasen wir doch an einer neuen Glocke: *Alls* diese und jene Leute Pastor, Küster usw. *wahren.* Der Inhalt der modernen Glockeninschriften ist ebenfalls im allgemeinen kein sonderlich geistreicher; er beschränkt sich auf Bibelstellen, Verse aus Schillers „Glocke“ und dergl. Wie es aber zu allen Zeiten Ausnahmen gegeben hat, welche etwas Eigenartiges und Vortreffliches bieten, so giebt es sie auch in der jetzigen. An den 1878 gegossenen Kirchenglocken in Jüdenberg, einem Dorfe in der sandreichsten Gegend des Bitterfelder Kreises, fanden wir Verse, die so poesiereich sind, dafs wir unsere Schrift nicht besser als mit ihnen glauben schliefsen zu können. Erste Glocke:

ZVR HVELFE LAEVT' ICH,
ZVR ANDACHT LAD' ICH
DER CHRISTEN CHOR
VM TODTE KLAG' ICH,
GEBETE TRAG' ICH,
ZV GOTT EMPOR

Zweite Glocke:

ZVM TAGWERK WECK ICH
AM ABEND WINK' ICH
ZV SANFTER RVH

Dritte Glocke:

DEN SAEVGLING GRVESS' ICH
DIE LIEBE FVEHR' ICH
DEM ALTAR ZV. —

G. Schönermark.

Backsteinbauten in Mittelpommern.

VI. Kleinere Klosterkirchen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 27 im Atlas.)

1. Nonnenkirche in Verchen bei Demmin.

Das Kloster war bereits am Schlusse des 12. Jahrhunderts von zwei edlen Leuticiern, Heinrich und Bavitz, den Söhnen des Ramnus, auf dem Marienberge bei Treptow an der Tollense gegründet. Die Bestätigungsurkunde des Bischofs Sigwin von Cammin stammt aus den Jahren 1194 oder 1195.[1]) Die Nonnen folgten der Cluniacenserregel. Nicht lange darauf erhielt das Kloster seinen Sitz in dem nahe gelegenen Clatzow, von wo es 1249 nach dem Marienwerder bei Verchen verlegt wurde. Nachdem das Kloster Marienwerder aber in den Besitz von Verchen selbst und der dortigen Kirche gelangt war, machte sich allmählich das Bedürfnifs eines Umbaues der im Jahre 1245 vielleicht auf schlechtem Baugrunde errichteten Klosterräume, die auch jedenfalls nur aus Holz aufgeführt waren, bemerkbar, sodafs Herzog Barnim I. im Jahre 1265 Mittel zur Ausbesserung der Klosterbauten '*in subsidium edificiorum ejusdem monasterii et officinarum suarum*' bestimmte. Die Nonnen beschlossen jedoch statt des Ausbaues einen Neubau und zwar in dem Dorfe Verchen selbst. Sie unternahmen, wie ein in der Folge ausgestellter Ablafsbrief berichtet, das Werk auf so kostspielige Weise, dafs ihre eigenen Einkünfte lange nicht ausreichten, sodafs sie zu Sammlungen schreiten mufsten. Die Verlegung des Convents in den Neubau erfolgte im Herbste des Jahres 1269. Aus dieser Zeit stammt das erhaltene Gotteshaus, welches, wie der Grundrifs auf Blatt 27 zeigt, eine erheblich in die Länge gezogene rechteckige Grundform hat. Die Ostwand war gerade geschlossen, ein Thurmbau fehlte, die Balkendecke ist einfach geschalt.

Die nach romanischer Bauweise abgeschrägten Leibungen der langgestreckten, spitzbogig geschlossenen Fenster sind geputzt, die Flächen der Mauern durch einzelne Lisenen gegliedert; unter der Traufe zog sich ein nur auf der Westseite fehlender Rundbogenfries hin, in dessen Putzflächen sich Farbenspuren erhalten hatten, die im Jahre 1862 ungeschickt erneuert sind. Der Westgiebel ist in schlichter Weise durch ein dreifaches deutsches Band, durch Blenden und ein ausgespartes Kreuz gegliedert, Motive, denen wir an einer gröfseren Reihe von Landkirchen dieser Gegend — Abschnitt V — begegnen. Der reiche Ostgiebel, jetzt zum gröfseren Theile hinter dem Dache eines Anbaues versteckt, ist unter Fortlassung neuerer, fialenartiger Aufsätze auf Blatt 27 dargestellt. Das durch einen aufsteigenden und wagerecht geführten Rundbogenfries umrahmte Giebeldreieck ist mit einer nach unten durch einen Schlitz erweiterten Vierpafsrosette geschmückt, offenbar eine Anlehnung an rheinische Bauten, während die glatten Flächen durch zickzackförmig verlegte Ziegel belebt sind, ein Motiv, dem wir schon in Cammin (s. Jahrg. 1885, Blatt 40) begegneten und das, wie wir ergänzend hinzufügen können, auch in den Ordensländern heimisch ist.

Im 15. Jahrhundert wurde die Kirche durch den Anbau eines einjochigen und nach drei Seiten des Sechsecks geschlossenen, mit Strebpfeilern besetzten und mit einem Sterngewölbe bedeckten, sonst aber schlichten Chores erweitert und ebenso auf der Nordseite ein massiver, den Thorburgen der Städte verwandter Thurm hinzugefügt, dessen Aufrifs ebenfalls auf Blatt 27 dargestellt ist. Sein kreuzgewölbtes Erdgeschofs öffnet sich gegen die Kirche, während ein Zugang von aufsen ursprünglich nicht vorhanden war; auch das Fenster des Erdgeschosses in der Seitenansicht dürfte neu eingebrochen sein. Das ebenfalls mit einem Kreuzgewölbe bedeckte erste Obergeschofs war zu einer Capelle eingerichtet. Da eine der im Thurm hängenden Glocken inschriftlich im Jahre 1460 gegossen ist, dürfen wir annehmen, dafs er kurz zuvor vollendet wurde. Die Stellung des Thurmes auf der Langseite, die in Pommern ungewöhnlich ist, möchte aus der Lage des Bauwerks zu erklären sein. Die Klosterwohnungen befanden sich nämlich auf dem nach Süden durch Aufschüttung erhöhten Platze des jetzigen Pfarrgehöftes. Nach

1) Pomm. Urkundenb. Nr. 120; zum folgenden vgl. die Urkunden Nr. 440, 774, 874, 913 und die Anmerkung von Klempin zu Nr. 422.

Westen zu dacht sich das Erdreich in der Richtung des Cummerow-Sees ab, und es wären deshalb vielleicht tief reichende Grundmauern für eine an dieser Stelle geplante Thurmanlage erforderlich gewesen. Dagegen bot die lange Nordseite einen einförmigen Anblick. Und da gerade sie sich dem von Dargun in Mecklenburg und der Hansestadt Demmin kommenden Reisenden zuerst bot, mufste den Nonnen an einer Bereicherung um so mehr gelegen sein, als sich auch in dem benachbarten Cistercienserkloster um dieselbe Zeit (1464—79) an dem dort unternommenen Neubau des Chores dasselbe Bestreben geltend machte. In der That gewann Verchen durch den Thurmbau eine wechselvollere Umrifslinie.

Ueber das Alter des Chores läfst sich genaueres aus seiner Ausstattung ermitteln. Die fünf dreitheiligen Fenster waren sämtlich mit Glasmalereien — den einzigen in Pommern aus dem Mittelalter erhaltenen — geschmückt, von denen jetzt noch drei, in den Jahren 1858—62 in dem Königlichen Institut für Glasmalerei in Berlin erheblich ergänzte Füllungen vorhanden sind. Auf dem mittleren ist der Gekreuzigte mit Maria und Johannes in halber Lebensgröfse unter baldachinartigem Aufbau dargestellt; der Hintergrund ist mit Passionsblumen und Dornen geschmückt. In den Seitenfenstern haben einzelne Heiligengestalten nebst einer Reihe von Wappen der mit dem Kloster in Verbindung stehenden Adelsfamilien Platz gefunden. So ist in dem Gewande des Apostels Paulus das Wappenthier des Geschlechts v. Behr — ein Bär[1]) — angebracht. Da nun 1461 eine Priorin von Verchen, Gese Bere, bekannt ist, da sich ferner dasselbe Wappen auch in den 1464—79 ausgeführten Fenstern des Chores von Dargun befindet, so können wir etwa die gleiche Zeit für Verchen annehmen. Die Aehnlichkeit des Ornaments mit dem der Seitenlehnen des inschriftlich von 1501 stammenden Chorgestühles in der Nicolaikirche in Anclam bestätigt diesen Schlufs.

Das zweite in Betracht kommende Ausstattungsstück ist ein dreiflügliger Altarschrein, von dem nur das mittlere Feld erhalten ist. Die mit dem Schweifstuche der Veronica bemalte Predella trägt die Inschrift: **orate pro domina elizabeth que me fieri iussit.** Diese aus dem pommerschen Fürstenhause stammende Priorin kommt 1494 vor. Man scheint also damals mit einander in würdevoller Ausstattung der wohl kurz zuvor vollendeten Kirche gewetteifert zu haben.

2. Nonnenkirche in Altstadt-Pyritz.

Dieses Kloster wurde nicht lange vor 1255 von der Herzogin Margareta, Barnims I. zweiter Gemahlin, gegründet und wahrscheinlich von Wulwinghausen bei Hameln mit einem Augustinerinnen-Convent besiedelt. Der Bau wurde, wie eine Urkunde von 1267[2]) sich ausdrückt, in aufwändiger Weise ausgeführt und war in diesem Jahre noch nicht zum Abschlusse gebracht. Doch ist diese Angabe übertrieben, da der aus jener Zeit erhaltene Bau nur einfache Behandlung der Gliederungen zeigt und überdies ungewölbt ist. Es ist ein 9,8 m i. l. breiter, 26,9 m langer rechteckiger Raum. Bemerkenswerth ist die auf Blatt 27 dargestellte Ostseite, deren dreitheiliges Fenster über die Holzdecke hinaus verlängert ist, sodafs es auch den Bodenraum beleuchtete. Diese Anordnung ist bei einzelnen Landkirchen der Stargarder Gegend wiederholt. Die nach romanischer Weise flach abgeschrägte Leibung ist geputzt, ebenso die den Giebel gliedernden, vertieften Blenden. In neuerer Zeit ist der Giebel einigermafsen umgestaltet; namentlich sind auf der Giebellinie fialenartige Pfeilerchen aufgemauert; ferner ist der obere Abschnitt über dem deutschen Bande ganz erneuert und ebenso ist das Mauerwerk des Fensters in der grofsen Nische ersetzt worden. Der gute Wille, dem ja nur schlicht behandelten Giebel durch reichere Formen zu Hülfe zu kommen, ist hierbei nicht zu verkennen. Da mir indessen die neuen Formen wegen des verfehlten Mafsstabes nicht gefielen, bin ich bei der Darstellung dieser Theile eigene Wege gewandelt, die zwar nicht frei sein mögen von Einwürfen, sich aber der allgemeinen, gerade durch ihre Schlichtheit ansprechenden Behandlung mehr anzupassen streben als die jetzigen reicheren Formen, welche das Bauwerk gefälliger erscheinen lassen wollen. An der nördlichen Langseite findet sich eine mit dem in Abb. 1 dargestellten Profil eingerahmte Thür, deren Gewände aus 30 bis 40 cm hohen Formsteinen hergestellt ist, wie sie sich ähnlich in Königsberg/Nm., Golnow und Anclam finden.

Abb. 1.

3. Mönchskirche in Jasenitz bei Stettin.

Die Stiftung des Klosters erfolgte im Jahre 1216 durch Herzog Barnim I. in der am Ausflusse der Uecker in das grofse Haff belegenen, damals noch ländlichen Ortschaft Ueckermünde unter dem Namen Marienthal oder Gottesgabe (*donum dei*). Besiedelt wurde es von Victorinern nach der Regel Augustins, welche eben unter besonderer Empfehlung des Bischofs von Cammin aus Paris gekommen waren,[1]) obwohl diese einem städtischen Orden angehörten. 1276 wurde das Kloster nach Gobelenhagen, wahrscheinlich dem heutigen Althagen, 1309 weiter nach Tatin oder Neu-Gobelenhagen und schliefslich 1331 nach Jasenitz verlegt. Spuren der älteren Ansiedlungen haben sich nicht erhalten und auch in Jasenitz, einem auf der Höhe des westlichen Thalrandes der Oder freundlich belegenen, durch Wiesenwirthschaft und Holzhandel bekannten Flecken, sind die fünf östlichen Joche der Kirche abgebrochen, sodafs der in Abb. 2 dargestellte Grundrifs aus den bei dem Besuch des Orts durch den Verfasser im Jahre 1882 gerade behufs Gewinnung von Baumaterial freigelegten Grundmauern ergänzt werden mufste.

Nordseite

44,5

Abb. 2. Grundrifs der Victoriner-Klosterkirche in Jasenitz.

1) Eine in den Farben nicht ganz zutreffende Abbildung der Fenster giebt Lisch in seinen Urkunden zur Geschichte dieses Geschlechts. Schwerin 1868; Band IV.

2) Dreger, cod. dipl. Pom. I, S. 446; die Gründungsurkunde selbst ist nicht vorhanden.

1) Dreger, cod. dipl. Pom. Nr. 322, 324.

Das Gotteshaus war ein einschiffiger, achtjochiger, gerade geschlossener, kreuzgewölbter Raum aus dem späteren Mittelalter, mit einem Capellenkranze an den Langseiten zwischen den nach innen gezogenen Strebepfeilern. An der Westseite war, wie die erhaltene Verzahnung ergiebt, wohl ein massiver Thurm in Aussicht genommen, der indessen zur Ausführung nicht gelangt ist. Mit den älteren Klosterkirchen theilte der Bau die beträchtliche Länge (45.2 m bei 8,9 m Spannweite des Hauptschiffes). Der Einfluſs der vorgeschrittenen Zeit zeigt sich wie in den ärmlichen Einzelformen, von denen das Profil der Gewölberippen in Abb. 3 gegeben ist, so in dem Hineinbeziehen der Strebepfeiler in das Innere, eine Anordnung, die wir im Abschnitte X an einer gröſseren Reihe von Backsteinbauten kennen lernen werden.

Abb. 3.

VII. Städtische Pfarrkirchen in Vorpommern.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 27 im Atlas.)

Die städtischen Pfarrkirchen aus dem 14. Jahrhundert zeigen in Alt-Vorpommern, dem Gebiete zwischen Oder und Peene, eine ziemlich übereinstimmende Grundform. Es sind dreischiffige, für Kreuzwölbung eingerichtete Hallenkirchen mit einem kräftigen quadratischen Thurm an der Westseite, dessen unterer Theil sich auch wohl mit Durchbrechung der Seitenwände gegen die bis zu seiner Westfront fortgeführten Nebenschiffe öffnet, während Haupt- und Nebenschiffe nach Osten in einem halben Vieleck abschlieſsen. Eine Ausnahme hiervon macht allein die Unterkirche in Pasewalk, deren Grundriſs, ein lateinisches Kreuz, ebenso an das 13. Jahrhundert erinnert wie der Baustoff, zu Quadern behauene Granitfindlinge, welche bei zahlreichen Dorfkirchen Vorpommerns anzutreffen sind. Die oben beschriebene Grundform finden wir (vgl. Bl. 27) bei der Nicolaikirche in Anclam, der Bartholomäuskirche in Demmin und der sehr sorglos aufgeführten Oberkirche in Pasewalk. Einen reicheren Grundplan zeigt die Petrikirche in Treptow an der Tollense, die mit den um den basilical herausgezogenen Chor herumgeführten Seitenschiffen bereits zu der demnächst zu behandelnden Gruppe (Abschnitt X) gehört, welche der Marienkirche in Stargard verwandt sind; nur das Langhaus schlieſst sich den geschilderten Anlagen an.

Die Arcadenpfeiler weichen im Grunde von der Form des regelmäſsigen Achtecks selten ab.[1]) Reicher ausgebildet sind sie nur in der Oberkirche von Pasewalk, wo die Ecken durch Rundstäbchen hervorgehoben sind und wo auſserdem in der Längsrichtung ein kräftiger Dreiviertel-Dienst hinzugefügt ist. Nüchtern wirkt die Betonung der Eckpunkte der Arcadenpfeiler, wie in der Marienkirche in Anclam (Abb. 1). Eine gruppirte Pfeilerbildung hat nur das dem Thurme zunächst liegende Paar aufzuweisen: es weicht hierin nicht nur von den bezüglichen Typen ab, sondern auch von den später errichteten östlichen Pfeilern derselben Kirche. Für das höhere Alter der Form und dieses Bauabschnittes überhaupt spricht auſserdem die gröſsere Breite des westlichen Joches und die an den Mauern der Seitenschiffe neben dem Thurme auftretende Zwergblendengalerie unter der Traufe, und am Thurme selbst die flachen, lisenenartigen Vorlagen.

Abb. 1, 13 Anclam, Maria. Abb. 4, 9 Treptow. Abb. 10 Liepen. Abb. 2, 3 Demmin, Wanddienste. Abb. 6, 8 Anclam, Nicolai. Abb. 11, 12 Pasewalk, Oberkirche. Abb. 15. Demmin, Westportal.

Mannigfaltig ist im Gegensatz zu den Bauten aus der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts die Form der Gewölbevorlagen. In Abb. 2, 3 und 4 sind Profile aus Demmin und Treptow gegeben. Mehr noch an den Hausteinbau erinnern die eigenthümlich geschwungenen Dienste der Nicolaikirche in Anclam (Abb. 5). Uebrigens ahmen auch andere Einzelformen dieser Kirche die Hausteintechnik nach, so die zwei Schichten hohen Terracotten des Thurmportals mit bedeutenden Abmessungen (Abb. 6), welche quaderartig wirken, und der Schluſsstein eines Capellengewölbes auf der Südseite der Kirche (Abb. 7). Auch die Fensterprofile (Abb. 8) zeigen ähnliche Ausbildung. Ebenso ahmt die auf den Wandputz des Innern mit Mennige aufgesetzte Fugung (zwei parallele Linien für Stoſsfugen und für Lagerfugen) die Quaderung nach. Die Strebepfeiler treten bei diesen Kirchen, im Gegensatz zu den Bauten aus der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts, kräftig nach auſsen heraus und beleben dadurch die Mauerflächen wirkungsvoll, trotzdem sie eine reichere Ausbildung nicht erfahren haben. Die Fensterleibungen sind, wie im Abschnitt IV erwähnt, abgetreppt und in einfacher Weise profilirt, vgl. Abb. 9 aus Treptow und Abb. 10 aus Liepen (vermauert; vgl. Abschnitt V).

Abb. 5.

Abb. 7.

Gröſsere Mannigfaltigkeit tritt bei den Portalen auf. Die Leibung ist auch hier nach Ziegelschichten abgetreppt und in mehr oder weniger reicher Weise gegliedert, vgl. Abb. 11 und 12 von der Oberkirche in Pasewalk, wo die Profilirung des

1) Anders z. B. in Schlesien, wo die Arcadenpfeiler, namentlich seit der Mitte des 14. Jahrhunderts, eine längliche, an den Ecken abgekantete Form haben, vor die nach dem Mittelschiffe zu flache, lisenenartige Vorlagen gelegt sind.

letzteren Portals durch einen ehemals bemalten Putz-Fries unterbrochen wird, dann die oben erwähnte Abb. 6 von der Nicolaikirche in Anclam und Abb. 13 von der Marienkirche daselbst. Eigenartig ist das bereits auf Seite 37 d. J. gegebene Profil eines Portals von der Unterkirche in Pasewalk, aus durchweg schwarzglasirten Formsteinen gebildet, wo in den Kehlen kleine kugelförmige Körper Schicht um Schicht abwechselnd angebracht sind, die nur im Mafsstabe etwas zu klein gehalten sind, um zu rechter Wirkung zu gelangen. Kämpferglieder sind meist nicht mehr vorhanden, das Kämpfergesims eines (versteckt liegenden) Portals der Oberkirche in Pasewalk, dessen zugehöriges Profil in der obenerwähnten Abb. 11 dargestellt ist, zeigt Abb. 14; es dürfte noch in das 13. Jahrhundert zurückreichen.

Abb. 14. Kämpferglied aus der Oberkirche in Pasewalk.

Die allgemeine Anordnung zweier Portale aus Demmin (Profil: Abb. 15) und Treptow stellen Abb. 16 und 17 dar. Das letztere führt zu einer interessant ausgebildeten, in der Mauerstärke des Thurmes ausgesparten offenen Halle (vgl. Bl. 27), deren System in Abb. 18 wiedergegeben ist; sie gehört in ihrer räumlichen Wirkung zu den reizvollsten Schöpfungen des Mittelalters auf unserm Gebiete;

Abb. 16. Hauptportal der Kirche in Demmin.

Abb. 19. Fries am Thurme.

Abb. 17. Portal.

Abb. 18. Thurmvorhalle.

Abb. 17 bis 19. Theile der Kirche in Treptow a. d. Tollense.

Abb. 20.

Abb. 21.

Abb. 20 und 21. Fries und Rosette an der Nicolaikirche in Anclam.

Abb. 22.

Abb. 23.

Abb. 22 u. 23. Fries und Rosette an der Marienkirche in Anclam.

auch der in Höhe der Kirchentraufe um den Thurm geführte Fries (Abb. 19) ist von hübscher Wirkung.

Lehrreich sind die Flächengliederungen dieser Kirchen. Sie schliefsen sich in ihrer Formenbehandlung der Technik des Backsteins an, deren Vortheile, durch Mannigfaltigkeit in der Verwendung ein und desselben Formsteins einen gefälligen Wechsel von Licht und Schatten herbeizuführen, geschickt benutzt sind. Der Fries in Abb. 20 zeigt das vereinfachte Muster eines solchen der Marienkirche in Prenzlau (Adler Bl. LXXXXIII, Abb. III). Das Material der Rosette Abb. 23 von der Marienkirche in Anclam war nicht zu bestimmen, es dürfte dort Stuck verwendet gewesen sein, worauf die bedeutenden Abmessungen der einzelnen Stücke deuten. Leider sind infolge eines Brandes im Jahre 1884 die vier Giebeldreiecke des Rhombendaches, deren Mitte unsere Rosette ausfüllt, abgetragen worden.

VIII. Pfarrkirchen in Greifenberg i. P. und Treptow an der Rega.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 28 im Atlas.)

Die städtischen Pfarrkirchen zwischen Oder und Persante scheiden sich in zwei Gruppen, wovon die gröſsere Stargard zum Mittelpunkte hat, während die kleinere mit den Marienkirchen in Greifenberg und Treptow a. d. Rega, (die wir mit Rücksicht auf die Anordnung der Tafeln hier behandeln), sich in nicht unwesentlichen Punkten mehr an die groſse Schwesterkirche des benachbarten Colberg anlehnt.

Greifenberg wurde als deutsche Stadt im Jahre 1262 mit lübischem Rechte gegründet, wobei für die Pfarrkirche vier Hufen ausgesetzt werden. Weiter wird der Marienkirche in Rechtssachen 1300 und 1337 Erwähnung gethan. Um diese Zeit muſs auch ein Neubau derselben ins Werk gesetzt sein, der noch vor der Mitte des 14. Jahrhunderts zum Abschlusse gebracht wurde. Er steht der früheren Gothik weitaus näher als die im X. Abschnitte vorzuführenden Bauten Hinterpommerns: nur der Thurm fällt mit jenen in die zweite Hälfte des 14., oder wohl gar erst in das 15. Jahrhundert. Das Gebäude besteht aus einem vielleicht etwas früheren einschiffigen Chore, der mit seinen schlanken Verhältnissen an den Chor der etwa gleichzeitigen Marienkirche in Anclam erinnert, ferner einem dreischiffigen, vierjochigen Langhause mit gleich hohen Schiffen und einem kräftigen Thurme von der Breite des Mittelschiffes an der Westseite, von quadratischer Grundform. Das Mittelschiff des Langhauses hat die beträchtliche Breite von 10,85 m, der Chor eine solche von 10,80 m. Die drei Schiffe messen nach der Tiefe 23,4 m, während die Länge des ganzen Bauwerks 45,9 m beträgt — sämtliche Maſse im lichten genommen.

Einzelheiten der Kirche in Greifenberg i. P.

Der Chor ist gerade geschlossen, vielleicht unter dem Einfluſs der Minoriten, welche schon zwei Jahre nach der Gründung der Stadt in Greifenberg — und zwar aus Westfalen — eingewandert sein sollen. Hier finden sich namentlich an einem Portale der Nordseite, welches jetzt mit seinem Sockel in dem inzwischen aufgehöhten Fuſsboden steckt, Profile und Kämpferglieder, welche mehr noch das Gepräge früherer Formengebung gewahrt haben, indessen doch schon mit dem klein gewählten Verhältniſsmaſsstab und der Häufung der Formen auf der Wende zur Nachblüthe mittelalterlicher Kunst stehen. Aehnlich in der Profilirung behandelt sind auch die Fenster der Südseite. Von weiteren Einzelformen ist ein mit flach reliefirten Weinranken und Rosetten gezierter Plattenfries (vgl. Cammin, Dom) unter der schlichten Auskragung für die Traufe zu erwähnen (Abb. 5), der sich auch am Langhause wiederholt, während einige wohl übrig gebliebene Platten über dem ersten Gurtgesims des Thurmes eingesetzt sind. Besonders beachtet zu werden verdient die auf Blatt 28 dargestellte Ostseite, wo ein mächtiges, sechstheiliges Fenster angelegt ist, während der Giebel mit Blenden und Friesen anmuthig belebt ist. Nicht zum Vortheil des Bauwerks ist die alte reizvolle Form des Giebels durch neuere Zuthaten im Sinne der Stülerschen Schule (Fialen, vorspringende Gesimse, Kantenblumen) bereichert worden. In unserer Zeichnung wurde versucht, den alten Bestand wiederzugeben, insbesondere ist das im Sinne der Hausteintechnik entworfene Maſswerk des groſsen Fensters durch einfaches Füllwerk ersetzt, wie es sich in die Formengebung des Backsteins einordnen würde; auch die modernen Wimperge der Strebepfeiler, welche die Umriſslinien der Front ungemein eckig erscheinen lassen, sind zu den einfachen Schmiegen umgebildet, welche die schlanken Verhältnisse des Innern auch im äuſseren Aufbau mehr hervorzuheben suchen.

Wie der Chor trotz seiner Anspruchslosigkeit im allgemeinen, so hat auch das Langhaus eine nicht ganz gewöhnliche Ausbildung aufzuweisen. Im Anschluſs an den Chor der Colberger Kirche sind hier die Strebepfeiler halb in das Innere gezogen und durch Rund- und Flachbogen, auf denen in Höhe der Fenstersohlbank ein die Pfeiler durchbrechender Umgang läuft, gegen einander verspannt, wodurch der Unterbau der Wand besonders kräftig wirkt, während der obere Theil mit der Durchbrechung der Pfeiler ein freieres, lebendiges Gepräge erhalten hat. Diese Entwicklung der Wände findet sich auch im Langhause der Oberkirche in Pasewalk, an der auch wie an unserer Marienkirche die ausspringenden Westecken der Seitenschiffe mit einem Treppenthürmchen[1]) besetzt sind — eine

1) Wie diese Treppenthürmchen, so sind die Westportale der Seitenschiffe — das südliche mit einem Wimperg bekrönt, das nördliche von einem späteren Kleeblattbogen umrahmt — Zeugen gegen die Vermuthung Kuglers (Baltische Studien, VIII. Jahrg., S. 71), daſs die Seitenschiffe ursprünglich bis zur Westfront des vorspringenden Thurmbaues fortgeführt waren. Jetzt sind diese späteren Anbauten in Verlängerung der Seitenschiffe beseitigt. Vgl. den Grundriſs der Nicolaikirche in Anclam auf Blatt 27.

Uebereinstimmung in zwei Motiven, welche die Annahme der Abhängigkeit beider Bauwerke von einander wahrscheinlich macht.

Leider fehlen seit einem Brande von 1658 die Gewölbe des Langhauses, nur der Fufspunkt der Rippen am Kämpfer ist in Bruchstücken erhalten. Ihn zeigen wie den Grundrifs und Kämpfer-Aufrifs die Abbildungen 7 bis 9 auf voriger Seite. Die Arcadenpfeiler sind in den Hauptachsen mit abgekanteten, weit vorspringenden Diensten besetzt.

Nicht minder gewinnt unsere Aufmerksamkeit der auf dem Atlasblatte 28 ebenfalls dargestellte Thurm. Er ist jetzt mit einer „welschen Haube" bedeckt, während er auf Lubins Karte (1618) mit einem, durch zwei Giebel begrenzten Satteldache abgeschlossen erscheint, über welchem eine steile Pyramiden-Spitze in die Lüfte ragt. Die nach oben immer leichter werdende Gliederung der Wandflächen des Thurmes durch Blenden ist den Kirchen Stargards und St. Jacobi in Stettin nachgebildet (Abschnitt X). Die dortige Geschofseintheilung ist der unserer Marienkirche nahe verwandt. Eigenthümlich sind der letzteren engmaschige Rosetten, gebildet aus schwarzglasirten Formsteinen (vgl. Blatt 28); sie kommen bei der bedeutenden Höhenlage kaum noch recht zur Geltung.

Der Ort Treptow besafs eine Kirche bereits im Jahre 1180, wo das Patronat den Praemonstratensern des benachbarten, jetzt verschwundenen Klosters Belbug verliehen wurde. In Anlehnung an dieses Kloster erwuchs Treptow zu einem bedeutenden Orte. Die „Aussetzung zu deutschem (lübischen) Rechte" erfolgte durch den Landesherrn und Klosterabt gemeinschaftlich im Jahre 1277. Der Marienkirche wird zuerst im Jahre 1328 Erwähnung gethan. Sie soll 1303 begonnen und 1370 beendet sein, eine Nachricht, die der Wirklichkeit entsprechen dürfte. Der ältere Theil scheint der nach einem halben Achteck geschlossene Chor zu sein; indes gehören auch hier die spärlich vertretenen Einzelformen, wie die Gewölbedienste, ein Kleeblattbogenportal (zur Sacristei) und die reichere, auf Bl. 28 dargestellte Blendnische zur Seite des Hochaltars bereits dem 14. Jahrhundert, die Einwölbung sogar viel späterer Zeit an. Die Formsteine unserer Blende sind theilweise grün glasirt, bei einer neueren Wiederherstellung des Gotteshauses (1865—1867) wurden indessen der Einfachheit halber auch sie übertüncht! Das Langhaus ist eine schlichte, dreischiffige, vierjochige Hallenkirche mit einem unten rechteckigen, oben achteckigen, sehr unregelmäfsig angelegten Achtort aus dem 15. Jahrhundert.

Am auffälligsten für den Beschauer ist die sonst im mittleren Pommern nicht vorkommende, erst wieder in den in unmittelbarer Nähe der See liegenden Hansestädten Greifswald und Stralsund auftretende Quaderung der Ecken am Thurme, ein Motiv, welches von der Marienkirche des benachbarten Colberg entlehnt ist. Wie dort, so ist auch hier als Baustoff ein aus Gothland eingeführter Kalkstein verwandt, der schon im 13. Jahrhundert häufig zu Architekturformen benutzt wurde (Colbatz, vergl. Marienkirche in Stargard), deren Herstellung aus Backstein technisch unmöglich war. In Colberg war die Beschaffung bequem und auch nach Treptow konnten die Steine die Rega hinauf zu Wasser geführt werden. Nur am Sockel des Thurmes fanden auch einige grofse Granitblöcke Verwendung.

IX. Wohnhäuser.

(Mit einer Zeichnung auf Blatt 28 im Atlas.)

Abgesehen von den Wehrbauten (Abschnitt II) ist an Schöpfungen des Mittelalters für aufserkirchliche Zwecke in Pommern ein auffälliger Mangel. Gröfser ist die Zahl abseits von unserem Gebiete, auf dem Boden der seeumspülten Hansestädte Greifswald und Stralsund. Aber auch zwischen Peene und Persante fehlten sie nicht. Gleichberechtigt zählte das mittlere Pommern unter die übrigen von der Cultur in Besitz genommenen Slavenländer, wie aufser den von uns durchmusterten Backsteinbauten eine gröfsere Reihe immerhin bedeutender, wenn auch jetzt verkommener Bauwerke und Ausstattungsstücke, namentlich Arbeiten des 16. Jahrhunderts erweist. Wenn gegenwärtig ihre Zahl keine so bedeutende ist wie in manchen Theilen der Mark Brandenburg oder in Schlesien, so ist dies der Ungunst späterer Zeitläufte zuzuschreiben, in erster Linie den schwedischen Raubzügen. Was in der Hauptstadt des Landes, Stettin, der dreifsigjährige Krieg verschont hatte, wurde bei der Beschiefsung dieser Festung durch den grofsen Kurfürsten ein Raub der Flammen; was in Stargards reich ausgestatteter Marienkirche bei dem grofsen Brande von 1635 nicht zu Grunde ging, warf man bei einer Wiederherstellung im Anfang des 19. Jahrhunderts als alten Plunder heraus. Kaum irgend wo anders ist aus Vorliebe für französische Mode und Verachtung des von den Altvordern Geschaffenen bis auf die neuesten sogenannten „Restaurationsarbeiten" hin ein mit so durchgreifendem Erfolg gekrönter Vernichtungskrieg geführt worden, wie in dem Küstenlande zu beiden Seiten der Oder. Was Wunder, wenn da die der Einzelwillkür mehr als die Gotteshäuser ausgesetzten Bürgerhäuser fast ganz von dem Boden verschwunden sind! Wir haben nur noch ein solches aufzuführen. Es steht in der Mühlenstrafse in Stargard und ist Eigenthum des Rentners Protzen. Die Profilirung des zu einer grofsen Halle führenden Portals schliefst sich eng an die Formen der gegenüber liegenden Marienkirche an. Die Ziegel sind willkürlich gelb, braun, grün glasirt. Im übrigen ist das Erdgeschofs, wie aus der Darstellung auf Blatt 28 ersichtlich wird, von wenig sachkundiger Hand umgestaltet, wie auch die Fenster des Obergeschosses aus Bedürfnifs nach mehr Licht im 19. Jahrhundert eingebrochen sind. Dagegen ist der obere Aufbau zur Verdeckung des lothrecht zur Strafse liegenden Satteldaches in der ursprünglichen Fassung erhalten. Während die grofsen Rosetten noch den Zusammenhang mit denen der Kirchthürme Stargards festhalten, kündigt die ganz eigenartige, sonst, soweit bekannt, nicht wieder vorkommende Verbindung des mittelalterlichen Backsteingerüstes mit Giebeldreiecken, geputzten Bekrönungen, Voluten und ebenso die zur Ueberdeckung der Nischen mehrfach gewählten Rundbögen in dem Gebäude eine Schöpfung des 16. Jahrhunderts an, naiv und frisch, wie sie eben nur ein deutscher Meister in dem Bestreben, den Errungenschaften der Gegenwart Rechnung zu tragen, schaffen konnte. Es blieb ein erster und letzter Versuch. Was sonst von Bauten des 16. Jahrhunderts in Stargard (Rathhaus und zwei Bürgerhäuser am Markte), Stettin (Schweizerhof), Cammin (Domcurie), Ueckermünde (Schlofs) und Daber (Schlofsruine) erhalten ist, ist im wesentlichen eine in Putzformen ausgeführte Nachahmung des spielenden Mafs-

werks, wie es nach 1500 so häufig an Chorstühlen auftritt, durchsetzt von wagerechten Gesimsen und sonstigen Zugaben der Renaissance; es fällt also wesentlich aus dem Rahmen der Architektur unseres Wohnhauses heraus.

Und noch mit einer weiteren, bisher nicht bekannten Leistung überrascht uns der Baumeister: er verziert der Witterung des rauhen Nordens zum Trotz die Putzflächen, wo sie auftreten, so die Rosettenfelder, die aufsteigenden Pfeilerflächen und die Zwickel zwischen Voluten und Pfeiler, mit leichten Blumengewinden und Fruchtgehängen in Sgraffitotechnik, wie sie italienische Künstler aus den lachenden Gärten ihrer Heimath an die Fronten der Wohnhäuser herübergenommen hatten. Hier haben nur spärliche Reste der Ungunst des Klimas widerstehen können; an unserm Wohnhause sind sie namentlich deshalb verdorben, weil der Putz abbrökelte, während gewöhnlich nur die Farbe verblichen ist, so z. B. am Schlosse in Plathe, am Wallthore in Stargard und, wo sie so häufig vorkommen, an schlesischen Fürstenschlössern und Herrenhäusern.

Kaum noch zu der Reihe der Backsteinbauten zu zählen ist ein in beistehender Skizze dargestellter Giebel des reizvoll belegenen Wasserschlosses in Pansin bei Stargard. Zwar zeigt auch er noch im ganzen das Gepräge des mittelalterlichen Aufbaues; aber wie z. B. die „Schürzenbogen" der Haussteintechnik ihren Ursprung verdanken und in dem Ziegelbau nur vermöge der Kittfähigkeit des Mörtels ausführbar sind, so scheint auch der ganze Giebel ehedem für Putzbewurf gedacht zu sein, an dem zweifelsohne die Sgraffitoquadern nicht fehlten, welche die Architekten des 16. Jahrhunderts, wie erwähnt, mit Vorliebe zu verwenden pflegten. H. Lutsch.

Der Hedwigsthurm des Schlosses in Liegnitz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 29 im Atlas.)

Dem Reisenden, der mit der Eisenbahn nach Liegnitz kommt, zeigt sich beim Verlassen des Bahnhofes im ersten Augenblick ein durchaus modernes Städtebild. Doch nur wenige Schritte, und er gelangt an ein alterthümliches, aus üppigem Grün hervorragendes Thorgemäuer und durch dieses auf einen Platz von bescheidenem Mafsstabe, der ihn mit einem Schlage in längst vergangene Jahrhunderte zurückversetzt. Das alte Schlofs von Liegnitz bietet in seiner stattlichen Ausdehnung dem überraschten Blicke ein so malerisches Bild, dafs man über den Mangel an Einheitlickeit hinwegsieht, welchen oftmalige, zum Theil wenig geschickte Wiederherstellungen des alterthümlichen Bauwerkes bis in unser Jahrhundert hinein verschuldet haben.

Von grofsem Reize ist zunächst die alte, von der ehemaligen Herrlichkeit des Piastenbaues zeugende Schlofspforte mit ihrer urkräftigen und dabei doch eine Fülle jugendfrischer, zierlicher Einzelformen bietenden Architektur. Zu beiden Seiten der Eingänge legen sich wuchtige Strebepfeilermassen vor. Dazwischen eine Ordnung von korinthisirenden Dreiviertelsäulen mit mehrfach getheilten, theils geriefelten, theils mit Blattwerk und anderem Ornament verzierten Schaften, welche die Fufsgängerpforte und das Einfahrtsthor einschliefsen. Der gröfseren Breite des letzteren wegen ist der Schaft der vierten Säule fortgelassen und das Capitell durch ein kräftiges Schlufssteinconsol gestützt worden. Ein über jedem Capitell gekröpftes und zwischen denselben durch Kragsteine gestütztes Gebälk mit dem Schmucke zweier Bildnisse und eines Wappens bildet den oberen Abschlufs des eigenartigen Architekturstückes.[1]) Alles ist von dunklem Epheu umrankt und bietet ein überaus anziehendes, malerisches Bild. Der zinnengekrönte Schlofsbau wächst leider in ziemlich nüchterner Erscheinung darüber empor, die immer wieder bedauern läfst, dafs von dem Bestande vergangener Zeiten so wenig auf uns gekommen ist. In einer Nachricht aus dem Jahre 1689 heifst es: „Gegen Morgen fällt das Schlofs mit den gespitzten Giebeln, vergoldeten Knöpfen, kupfernen, vergoldeten Drachenköpfen und steinernen Statuen prächtig in die Augen." Von dem schönsten und ausgedehntesten Schlosse Schlesiens, dem allenfalls das herrliche Piastenschlofs in Brieg zur Seite gestellt werden konnte, ist nach den Zerstörungen furchtbarer Feuersbrünste nur ein schwacher Abglanz übrig geblieben. Noch aber reden die beiden mächtig aufstrebenden Thürme, der Peters- und der Hedwigsthurm, die den weiten Schlofsbau überragen, von der einstigen Gewaltigkeit der Burg von Liegnitz. Wenn auch hier ausführlicher nur vom Hedwigsthurme, dem ältesten Zeugen aus des Schlosses mittelalterlicher Vergangenheit, die Rede sein soll, so wird zugleich ein kurzer Rückblick auf die Geschichte des Schlofsbaues selbst gestattet sein, von welcher die des interessanten Thurmes nicht wohl zu trennen ist. Im wesentlichen folge ich hierbei einigen im Archive der Königlichen Regierung in Liegnitz vorhandenen Aufzeichnungen vom Jahre 1832.

Die Zeit der Gründung des Schlosses von Liegnitz ist in dasselbe Dunkel gehüllt wie die der Stadt selbst. Mit Sicherheit jedoch ist ein Bestehen von Stadt und Schlofs bereits im 10. Jahrhundert, vielleicht schon im 9. anzunehmen, ungefähr seit der Zeit, in welcher der Stamm der Piasten, der das Land Liegnitz mehr denn acht Jahrhunderte lang beherrschte (von 840 bis 1675), dieses in Besitz nahm. Stadt und Burg waren aus leichten, vergänglichen Baustoffen, wohl zumeist Holz und Lehm,

1) Abb. siehe bei Lübke, Geschichte der Ren. in Deutschland. Abth. II, S. 174.

aufgeführt, die Burg wohl genau auf demselben Platze, den der jetzige Schlofsbau einnimmt, auf erhöhtem Punkte zwischen den beiden Flüfschen Katzbach und Schwarzwasser. Erst gegen Ende des 12. Jahrhunderts wurde die Stadt mit Mauern umgeben, das Schlofs in Stein ausgebaut und befestigt. Unter dem heldenmüthigen Heinrich dem Frommen wurde 1241 die berühmte Tartarenschlacht bei Wahlstatt geschlagen, in der das todesmuthige Heer des Herzogs, bestehend aus Polen unter Herzog Mieslaus von Ratibor und Oppeln, den Ordensrittern des Hochmeisters Pompo und 500 Goldberger Bergknappen, etwa zusammen in der Stärke von 30000 Mann, gegen ein an Zahl weit überlegenes, vielleicht zehnmal stärkeres Heer der Tartaren, wenn auch nicht siegreich kämpfte, so doch dessen Kraft brach und das fernere Eindringen der räuberischen Horden in die deutschen Lande hinderte. Die Stadt Liegnitz wurde, nachdem Herzog Heinrich mit seinen Tapferen auf der Wahlstatt gefallen war, von ihren Einwohnern geräumt und gänzlich niedergebrannt, woraus auf die damalige Bauart der Stadt zu schliefsen ist. Die wehrhaften Bürger warfen sich in das Schlofs, das den Angriffen der Tartaren widerstand, somit schon stark befestigt gewesen sein mufs. Dem gefallenen Herzoge hieben die Barbaren das Haupt ab und trugen es triumphirend vor das Schlofs, um die Besatzung zur Uebergabe aufzufordern. Die beherzten Bürger liefsen sich jedoch durch das furchtbare Schreckmittel nicht einschüchtern und erklärten, man habe im Schlosse statt des einen gefallenen Herzogs vier fürstliche Erben, für die man Gut und Leben einsetze wolle. Die blutige Macht der Mongolen brach sich an der Ausdauer der germanischen Mannen und der Stärke der hohen Mauern, der bisherige Siegeszug hatte sein Ende erreicht, und bei der Annäherung eines böhmischen Heeres zogen die fremden Horden eiligst in südöstlicher Richtung von dannen. Durch den Heldenkampf von Wahlstatt und die tapfere Vertheidigung des Schlosses war die furchtbare Gefahr für Deutschland, eine Beute der asiatischen Mordbrenner zu werden, glücklich abgewandt. Das Schlofs von Liegnitz wurde in diesen blutigen Tagen ein Bollwerk der gesamten Christenheit, dessen Wichtigkeit man immer mehr erkannte und durch weitere Verstärkungen seiner Befestigungen zu erhöhen suchte.

Zu Anfang des 15. Jahrhunderts trat eine neue Gefahr für Liegnitz ein. Der Hussitenkrieg entbrannte. Wie vordem die Tartaren, so hausten jetzt die von religiösem Wahnwitz erfafsten Krieger des Kelches im Lande, und nur der vorsichtigen Bemühung des ritterlichen Herzogs Ludwig II., die Vertheidigungsfähigkeit von Stadt und Schlofs bei Zeiten zu steigern, war es zu verdanken, dafs Liegnitz von dem Schicksale vieler blühenden schlesischen Städte, so auch des ehrwürdigen Brieg, verschont blieb. Aus dieser Zeit stammen die beiden noch jetzt erhaltenen mächtigen Schlofsthürme, der Petersthurm und der Hedwigsthurm, die Wahrzeichen von Liegnitz. Irrthümlich stellen ältere Gemälde der Tartarenschlacht das Schlofs bereits mit den beiden genannten Thürmen dar. Das Volk behauptet sogar, dafs der Hedwigsthurm, der in seiner mittleren Höhe das weiterhin noch zu schildernde zierliche Burggemach, „das Hedwigszimmer" enthält, schon vor der Zeit der heiligen Hedwig, der Mutter Heinrichs des Frommen, errichtet sei, und dafs diese ihre Wohnung darin gehabt habe. Es ist jedoch aufser Zweifel, dafs die Thürme aus dem Jahre 1415 stammen, wie das namentlich durch das Zeugnifs des in der Geschichte von Liegnitz eine bedeutsame Rolle spielenden Bürgermeisters Bitschen (1454 enthauptet) bestätigt wird.

In den folgenden Jahrhunderten fanden mehrfach durchgreifende Wiederherstellungsarbeiten im Schlosse statt. Im 16. Jahrhundert gebot das Vordringen der Türken unter Soliman neue Vorsichts- und Schutzmafsregeln für Liegnitz, das beim Beginn des dreifsigjährigen Krieges jedenfalls zu den wichtigsten Festen Schlesiens gerechnet werden konnte. Im Jahre 1610 schlug der Blitz in den Petersthurm und setzte das Holzwerk in Brand, sodafs das Feuer fast drei Tage aus den Mauerlöchern herausbrannte. Es mufsten umfangreiche Arbeiten zur Wiederherstellung vorgenommen werden und sie haben dem Thurme sein bis auf unsere Tage unverändertes Aussehen gegeben. Die Arbeiten scheinen aufserordentlich langsam ausgeführt worden zu sein, denn erst im Jahre 1663 wurde dem genannten Thurme der Knopf aufgesetzt, und seine, beiläufig gesagt, vorzüglich ausgeführte Wendeltreppe zeigt neben vielen Steinmetzzeichen die mehrfach eingemeifselte Jahreszahl 1665. Im Jahre 1675 erlosch mit Herzog Georg Wilhelm der Stamm der Piasten, und es safsen von nun an die kaiserlichen Landeshauptleute auf dem Schlosse. Sie waren für die Unterhaltung des schicksalsreichen Baues nach Möglichkeit bedacht. Die bereits erwähnte alte Beschreibung von 1689 schildert unter anderem die Beschaffenheit des Schlosses wie folgt: „Man geht über eine lange, wohlgebaute Brücke, woran

Lageplan des Schlosses in Liegnitz.

das Trabantenhaus steht, durch ein hohes, steinernes, zweifaches Portal, über welchem die Bildnisse Herzog Friedrichs II. und seiner Gemahlin Sophie, geb. Markgräfin von Brandenburg,[1]) in Stein gehauen zu sehen, und so weiter durch das lange und breite Thorgewölbe in den ersten Schlofsplatz, welchen von drei Seiten hohe und breite Gebäude beschliefsen. An der vorderen Seite überm Thorgewölbe steht an der Ecke gegen Morgen der sehr hohe und starke Petersthurm, oben an der Dachspitze mit einer steinernen Galerie geziert, worauf sich sonst bei den fürstlichen Solennitäten und Einzügen Trompeter und Pauker hören lassen. Denselben ersteigt man auf einer steinernen Schneckentreppe und kommt in das finstere Gewölbe, worin ehemals ein Edelknabe zur Strafe seines Muthwillens hat verhungern müssen." Es folgt nun eine Beschreibung der fürstlichen Zimmer, welche „allerseits sehr helle, räumlich, hoch und trefflich bequem eingerichtet." Besonders reich mufs die 1656 an Stelle der alten, baufälligen und 1621 abgetragenen Laurentius-Capelle erbaute neue Schlofs-Capelle ausgestattet gewesen sein.

Aus der Beschreibung des Chronisten geht hervor, dafs das Schlofs in Liegnitz ein Fürstensitz war, wie er der Bedeutung des alten Piastengeschlechtes entsprach, eine Burg, trotz der Vervollkommnung der Waffen der neueren Kriegsführung imstande die Angriffe zahlreicher Feinde abzuwehren, zugleich aber auch eine Stätte prunkvollster, fürstlicher Hofhaltung. Leider zeugen nur noch geringe Ueberbleibsel von dieser glanzvollsten Zeit des Schlosses. Abgesehen von der erwähnten, als eine Perle deutscher Renaissancekunst anzusehenden Hauptpforte sind es nur noch einige Fenster- und Thüreinfassungen im Schlofshofe, die sich aus dem rothgefärbten Putze der sonst ganz schmucklosen und nüchternen Fronten in altem Reize hervorheben. Namentlich die Fenster in der südöstlichen Ecke des inneren Hofes und das zierliche Wendelthürmchen, welches sich zaghaft an den mächtigen Körper des Petersthurmes anschmiegt, bieten ein so fesselndes Architekturbild, dafs sich der Wunsch nach einer stilgemäfsen Wiederherstellung des ganzen Bauwerkes aufdrängt.

Wenn die weiteren Schicksale des Liegnitzer Schlosses nur noch mit wenigen Bemerkungen berührt werden sollen, so war das gröfste Unglück für dasselbe der Brand von 1711, der, wie beiläufig erwähnt werden möge, durch die „weifse Frau" angekündigt wurde. Auch während des Brandes glaubten sie die erschreckten Bürger an den Fenstern der oberen Zimmer des Schlosses zu erblicken. Die weifse Frau spielt überhaupt im Liegnitzer Schlosse eine bedeutende Rolle, und namentlich die Jesuiten nutzten die Schreckgestalt eifrigst für ihre Zwecke aus. Herzog Georg Rudolph (1602 bis 1653) soll, wie die Sage und ältere Urkunden erwähnen, aus Furcht vor der Erscheinung das Schlofs eine geraume Zeit gemieden haben. Ein Obrist Harrach, der im dreifsigjährigen Kriege Liegnitz besetzte, verliefs bereits in der ersten Nacht das Schlofs, da ihm samt seinem Gefolge die nächtlich umgehenden Geister keine Ruhe liefsen. Nicht nur zur Nachtzeit, sondern selbst bei Tage soll die weifse Frau dem Herzoge und seinem Gefolge erschienen sein und den ganzen Hof nicht wenig geängstigt haben. Nach dem Brande von 1711 ist die eingeäscherte Capelle nicht wieder hergestellt worden, dagegen der Wiederaufbau des Schlosses dank der Fürsorge des Landeshauptmanns erfolgt, dessen Sitz nunmehr nach Glogau verlegt wurde.

Von den ferneren Schicksalen des Schlosses in Liegnitz ist nichts besonderes zu erwähnen. Im siebenjährigen Kriege wurde es mehrmals von der österreichischen Besatzung geräumt und von den Preufsen besetzt. Durch das Eindringen der Franzosen im Anfange unseres Jahrhunderts und durch die Befreiungskriege hat es nur unbedeutend zu leiden gehabt. Dagegen ist von Wichtigkeit für den alten Piastenbau die 1809 erfolgte Verlegung der Königlichen Kriegs- und Domänenkammer von Glogau nach Liegnitz in das Schlofs, derzufolge verschiedene Umänderungen in der Eintheilung der Räume, den Bedürfnissen des grofsen Verwaltungs-Apparates entsprechend, zur Ausführung gelangten. Was in jener Zeit vom Bilde des alten Fürstensitzes noch übrig geblieben war, ging dann bei dem Brande von 1835 verloren. Das Schlofs brannte damals fast vollständig aus, und es ist zu verwundern, wie nach all diesen Schicksalen überhaupt vom alten Bau soviel Bruchstücke übrig geblieben sind, dafs wir uns noch heut ein Bild der alten Herrlichkeit machen können.

Der Wiederaufbau, welcher sofort in Angriff genommen wurde, begann 1836 unter Schinkel und währte ungefähr bis 1840. Bei aller Ehrfurcht vor dem grofsen Meister kann man sich leider nicht verhehlen, dafs dieses Werk eine glückliche Leistung nicht genannt werden kann. Die Wiederherstellung des Schlosses zu jener Zeit, die ein Verständnifs für die Kunst vergangener Geschlechter nicht besafs, mufs zu den schwersten Schlägen gerechnet werden, welche den alten Bau getroffen haben. Merkwürdig nehmen sich die in dürftigem Rohbau über steifen Consolen ausgeführten Zinnen und die den Zinnenkranz durchbrechenden vier- und achteckigen Thürmchen aus gegen die gewaltigen Baumassen des Peters- und Hedwigsthurmes, sowie gegen die reizvollen, phantastischen Formen der Portal-Architektur. Fast durchweg sind die Frontenflächen ohne irgend welche Gliederung mit nüchternem Putzbewurf überzogen, wobei die Steinfugen, um den Eindruck des Rohbaues zu geben, durch Einritzen nachgeahmt sind. Am günstigsten wirkt noch die langgestreckte Südfront mit einem zierlichen Erkerausbau und kräftig vortretenden, oben in die schon erwähnten Thürmchen sich auflösenden Eck- und Mittelpfeilern, welche die sonst einförmig glatten, rothen Mauerflächen unterbrechen. Mächtig aber fallen gerade auf dieser der Stadt zugekehrten Hauptseite des Schlosses die beiden mehrgenannten Thürme ins Auge, auf der Ostseite unvermittelt aus der Gebäudemasse emporragend der reckenhafte, wuchtige Petersthurm, auf der äufsersten Westecke, losgetrennt von dem eigentlichen Schlosse, mit welchem die Verbindung nur durch den jetzt überaus nüchtern erscheinenden Zwischenbau des ehemaligen Salzspeichers hergestellt wird, der zierlichere, über rundem Unterbau leicht aufwachsende, achteckige Hedwigsthurm mit seinen luftigen Zinnen über kühn ausgekragtem Consolenkranz. Hier hat das Mittelalter sein Recht behalten. Die Unbill vergangener Jahrhunderte hat diesen trutzigen Wahrzeichen wildbewegter Zeiten nur wenig anhaben können.

Dem Unterzeichneten wurde im Sommer 1883 die interessante Aufgabe zu theil, die beiden Thürme einer möglichst gründlichen Ausbesserung zu unterziehen, soweit die knappen, zur Verfügung stehenden Geldmittel dies überhaupt zuliefsen.

---

1) Friedrich II. regierte 1488 bis 1547 und schlofs mit Kurfürst Joachim von Brandenburg den bekannten Erbfolgevertrag ab, auf Grund dessen Friedrich der Grofse seine Ansprüche auf Schlesien erhob.

Die Wiederinstandsetzung konnte sich beim Petersthurme im wesentlichen nur auf eine durchgreifende Säuberung des Inneren beziehen, derart, dafs der auf den hölzernen Balkenlagen wie oberhalb der überwölbten Thurmverliefse massenhaft lagernde alte Schutt heruntergeschafft wurde. Es ergab sich dabei, dafs die Schuttmassen nicht etwa aus diesem Jahrhunderte stammten, wie stets angenommen wurde, sondern vielleicht zumeist schon von dem erwähnten Brande des Jahres 1610 und den sicher bis 1665, wenn nicht länger sich hinziehenden Wiederherstellungsarbeiten. Es fand sich nämlich im Schutte neben Mauersteinen ältesten und allergröfsten Formats eine grofse Anzahl schmiedeeiserner Pfeilspitzen, zum Theil noch mit ihren gefiederten Schaften, was wohl als ein sicherer Beweis für das hohe Alter dieser Schutthaufen angesehen werden darf. Auffallend bleibt nur, dafs man es nach dem Brande und der Wiederherstellung nicht für der Mühe werth erachtet hat, das — in neuerer Zeit allerdings stets unbenutzte — Thurminnere von diesen Schuttmassen zu befreien. Der Petersthurm scheint auch früher nur eine Warte des Schlosses gewesen zu sein, von deren beherrschender Höhe herab sich ein weiter Ausblick auf das Land bot. Nicht an hervorspringender Burgecke, wie der Hedwigsthurm, sondern mitten aus dem Schlofsdache aufsteigend, wird der gewaltige Bau kaum den Zwecken der Vertheidigung der Burg gedient haben und sollte vermuthlich — wenigstens nach dem jetzigen Befunde zu urtheilen — nur als ein weithin sichtbares Wahrzeichen für Schlofs und Stadt Liegnitz dienen.

Anders der Hedwigsthurm, der nach seiner ganzen Lage und Anordnung ein bemerkenswerthes Beispiel mittelalterlicher Befestigungskunst darbietet. Abgesehen von unwesentlichen Einzelheiten scheint er während der fast fünf Jahrhunderte seit seiner Erbauung im Jahre 1415 keinerlei Veränderungen unterzogen worden zu sein. Im Laufe der Jahre war er so baufällig geworden, dafs nur selten jemand auf die schwindelnde Plattform steigen mochte, um von hier aus die wundervolle Aussicht auf das weite gesegnete Land bis zum Riesengebirge hin zu geniefsen. Der frei ausgekragte Zinnenkranz zeigte so verwitterte Stellen, dafs ein Herunterfallen der Mauersteine zu befürchten war. Jedenfalls mufste endlich etwas geschehen, wenn das alte Bauwerk vor dem Verfalle bewahrt bleiben sollte.

Die Wiederinstandsetzung erfolgte im engsten Anschlufs an das Vorhandene und unter sorgfältigster Schonung des geschichtlichen Gepräges. Der Thurm besteht aus neun Geschossen. Sein Zugang befindet sich in dem erwähnten sogenannten Salzspeicher und führt nach dem im Querschnitt (auf Blatt 29) mit „I. Thurmgeschofs“ bezeichneten Stockwerke. Dieses liegt über der jedenfalls erst in späterer Zeit hergestellten wallartigen Anschüttung auf der Süd- und Westseite der Burg, sodafs man berechtigt ist, das darunter befindliche, immer noch über der Oberfläche der hart an dem Thurme jetzt vorbeiführenden Strafse, ungefähr aber in der Höhe des äufseren Burghofes belegene Geschofs als „Erdgeschofs“ zu bezeichnen. Auffallend bleibt, dafs ein unmittelbarer Zugang zum Thurme nicht nachzuweisen ist, eine Thüröffnung unten fehlt. Wahrscheinlich sollte die Vertheidigungsfähigkeit des Baues eben dadurch besonders erhöht werden, dafs man nur auf gedecktem Umwege, vielleicht vom inneren Wallgange aus oder auch mittels besonderer Vorkehrungen, in das Thurminnere gelangen konnte, wie ja diese Vorsicht bei mittelalterlichen Befestigungsbauwerken vielfach gefunden wird. Möglich auch, dafs die Bodenverhältnisse im Laufe der Zeiten sich so wesentlich geändert haben, dafs ein Rückschlufs auf die früheren Verhältnisse jetzt nicht mehr gestattet ist. Im folgenden sollen die in den Querschnitt eingetragenen Geschofsbezeichnungen beibehalten werden. Eine höchst dürftige und steile Holztreppe führt in das zweite Geschofs, von hier aus eine überaus knappe Wendeltreppe von Sandsteinstufen bis zur Höhe der Plattform. Da die Mauerstärke des Thurmes nicht ausreichte, die Treppe in sich aufzunehmen, so greift diese in den inneren Raum hinein, und zwar steht die gemauerte Ummantelung des Treppchens ohne jede massive Unterstützung auf einem mächtigen Unterzugbalken von Eichenholz, gewifs ein naives Auskunftsmittel des alten Baumeisters, das aber zu der sonstigen gediegenen Ausführung, namentlich zu der hervorragenden Technik der Werksteinarbeiten einigermafsen in Widerspruch steht. Zwei das Innere quer durchschneidende Hölzer sollen augenscheinlich dazu dienen, das auf so wenig gediegenem Fufse stehende Gemäuer in seiner Lage zu sichern; vielleicht sind dieselben auch nur für die Ausführung zwischen Thurm- und Treppenmauerwerk eingespannt worden, ohne dafs man an ihre Beseitigung nach Fertigstellung des Baues gedacht hat. Man gelangt weiter in das dritte Thurmgeschofs und ist überrascht, beim Austreten aus dem sehr unbequemen Treppenschachte ein geräumiges, freundliches Thurmzimmer vorzufinden, welches der Volksmund das „Hedwigszimmer“ getauft hat. Vier Fenster gewähren höchst behagliche Nischensitze und ein Kamin erhöht die Wohnlichkeit des Zimmers, das mit seiner Ueberwölbung durch ein stattliches Kreuzgewölbe und in seiner noch jetzt recht gut erhaltenen gothischen Rankenmalerei den Eindruck einer gewissen Vornehmheit macht. Zu welchem Zwecke das Hedwigszimmer gedient haben mag, ist schwer zu sagen. Auf eine dauernde Benutzung weist die ganze Anordnung hin. Andererseits ist aber die Lage des Thurmgemaches so abgeschieden von den übrigen bewohnten Theilen der Burg, dafs man schon eine einsiedlerische Neigung seines Benutzers annehmen müfste. Vielleicht diente das Zimmer dem wachthabenden Commandanten der Burg als Wohnraum in kriegerischen Zeiten, während die Wachtmannschaften sich in den darüber befindlichen Thurmgeschossen aufhielten. Zu verwundern bleibt nur, dafs der weitere Aufstieg so überaus unbequem angelegt ist, dafs das

Grundrifs vom III. Thurmgeschofs.

Grundrifs vom IV. Thumgeschofs.

Besteigen für gewaffnete Lanzknechte oder schwer gepanzerte Ritter ebenso wie das Hinaufbefördern von Vertheidigungsmitteln mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft gewesen sein mufs. Für Schlofsfrauen in langen Gewändern wird das Gemach kaum erreichbar gewesen sein. Auf völlig lichtloser, sich wo möglich immer noch mehr verengender Wendelstiege gelangt man zum vierten Thurmgeschosse mit engen, schlitzartigen Schiefsscharten-Oeffnungen und endlich zur Höhe des fünften Geschosses mit der Plattform. Hier hört der untere, runde Theil des Thurmes auf und es beginnt der obere achteckige Bau, der noch drei Geschosse unter dem Ansatze des Thurmhelms enthält. Durch die erhebliche Einschränkung der oberen Mauerstärke sowie durch Ueberkragung mittels dreifach über einander gestreckter Sandsteinconsole ist ein Umgang um das obere Achteck gebildet, dessen frei ausladender Theil zwischen den Kragsteinen durchbrochen ist, sodafs man in schwindelnde Tiefe bis zum Fufse des Thurmes hinabblickt. Auf dem äufsersten Ringgesims, das durch einen Block mit doppelter Hohlkehle gebildet wird, baut sich das Zinnenmauerwerk in einer so kühnen Art auf, dafs ich glaube, ein heutiger Architekt würde sich zu einer so luftigen Construction nur mit Zagen verstehen.

Die auf dem Atlasblatte dargestellten Einzelheiten dieser Ausführung lassen auf ganz besonderes Geschick der Werkmeister schliefsen und verdienen besondere Beachtung. Die obersten Kragsteine greifen als Binder *B* bis zu dem Ringgesims vor, haben also vorn die Profilirung desselben erhalten. Auf den zu beiden Seiten angearbeiteten Auflagern liegen die ringförmigen Gesimsplatten als Läufersteine *G* auf, sodafs auf diese Weise ein frei schwebender Kranz gebildet ist, der dem Mauerwerk der Zinnen zur Unterstützung dient. Die Einfassungen der Durchbrechungen sind überall mit sehr sauber gearbeiteten Falzen zur sicheren Aufnahme etwaiger Brettabdeckungen versehen. Die Kragsteine *B* zeigen windschief gearbeitete Seitenflächen, auch die Hinterflächen der Gesimsplatten sind nach unten abgeschrägt, jedenfalls in der Absicht, von oben aus einen möglichst weiten Umkreis am Fufse des Thurmes bestreichen zu können. Noch soll erwähnt werden, dafs die oberen Kragsteine keineswegs bis in das Thurmmauerwerk, sondern nur bis zur Mitte des Umganges zurückgreifen. Zu ihrer besseren Sicherung sind die Abdeckplatten nach Schnitt *no* mit einer Unterfalzung derart versehen, dafs sie auf die Binder drücken und einem Aufkanten derselben um so mehr entgegen wirken, als die als Gegengewicht dienenden schweren Sandsteinplatten die ganze Breite der Plattform haben und in die Thurmmauer einbinden. Bei so durchdachter Anordnung des ganzen Werksteingefüges erscheinen weitere Sicherungen des frei schwebenden Zinnenkranzes allerdings entbehrlich, wie denn thatsächlich Verbindungen der Werkstücke oder Platten durch Metallklammern oder sonstige Verankerungen nirgends zu erblicken sind. Die Plattform in ihrer schwindelnden Höhe hat sich, dank der Vorzüglichkeit des schlesischen Sandsteines, abgesehen von geringen Verwitterungsspuren merkwürdig gut gehalten, dagegen zeigte sich das aus Ziegelsteinen alten, gröfsten Formates hergestellte Mauerwerk des Zinnenkranzes so zerstört, dafs ein vollständiger Ersatz durch Neuaufführung geboten war. Ueberhaupt haben sich am Hedwigsthurme die alten Backsteine schlecht bewährt und mufsten, da sie sich vielfach vollkommen verwittert zeigten und zum Theil fast zu Staub zerbröckelten, bei der Wiederinstandsetzung von 1883 in grofser Zahl ausgewechselt werden. Eine eigentliche Abdeckung des alten Zinnenmauerwerks fehlte. Um das Bild des Thurmes in seinem bemerkenswerthesten Theile auch in dieser Beziehung zu wahren, ist jene für das neue Mauerwerk, anstatt mit sonst wohl vorzuziehenden Sandsteinplatten, durch Rollschichten aus hartgebrannten Mauersteinen in Cementmörtel bewirkt worden. Die Werkstein-Construction der Plattform hat dagegen nur der Neuausfugung bedurft.

Die Anordnung des ganz unversehrten alten Dachgerüstes ergiebt sich aus dem Querschnitte des Atlasblattes und weitere Bemerkungen hierzu erscheinen entbehrlich.

Unter dem Erdgeschosse des Thurmes befindet sich, wie schliefslich zur Vervollständigung der Beschreibung noch angeführt werden möge, ein verliefsartiger Raum ohne Zugang und ohne Beleuchtung. Mittels einer durch das Gewölbe gebrochenen Oeffnung war es möglich in diesen untersten Theil des Thurmes einzudringen, wobei sich jedoch nur ein leerer, hoher, mit recht gut gearbeitetem Kuppelgewölbe überspannter Raum zeigte, welcher Spuren früherer Benutzung nicht weiter aufwies, abgesehen vielleicht von einem Lederschuh von alterthümlicher Form, der sich auf dem Erdboden noch vorfand. Ob ein Zugang nach diesem Verliefse durch einen von der Stadt her nach dem Schlosse führenden, unterirdischen Verbindungsgang noch besteht, wie in Liegnitz die Sage lautet, würde nur durch Aufräumen der untersten Kellersohle und Untersuchen bis zu den Fundamenten festgestellt werden können. Eine Verbindung nach dem Thurme selbst kann übrigens nach dem jetzigen Befunde kaum bestanden haben, wenn man nicht voraussetzen will, dafs das Kuppelgewölbe in späterer Zeit eingefügt ist. Ich möchte das letztere annehmen. Vielleicht würden sich bei einer solchen Untersuchung, ähnlich wie beim Petersthurme, noch manche interessante Funde aus der Zeit der Entstehung des alten Bauwerks ergeben. Leider standen dem Unterzeichneten die dazu erforderlichen Geldmittel nicht zu Gebote, da derartige, allerdings überaus verlockende Nachforschungen mit der eigentlichen Aufgabe der Wiederinstandsetzung des Thurmes nicht mehr in Zusammenhang zu bringen gewesen wären.

Wenn ich hiermit meine Schilderung des Liegnitzer Schlosses und seines alten Hedwigsthurmes abschliefse, gebe ich der Hoffnung Raum, dafs diese Zeilen dazu beitragen möchten, das Interesse an dem ehrwürdigen Bau der Piastenfürsten zu wecken, der als eine edle Perle vaterländischer Bauweise eine weitergehende Wiederherstellung in unserer, mit den alten Baudenkmälern so pietätvoll verfahrenden Zeit wohl verdienen würde. Möchte er eine solche Erneuerung erfahren, eine Wiedergeburt, wenn auch nicht zu dem unwiederbringlich verlorenen Glanze des 17. Jahrhunderts, so doch zu einer seiner Vergangenheit und seiner Bedeutung in der Geschichte unseres Vaterlandes würdigen Gesamterscheinung.

Magdeburg, im December 1888.

O. Peters.

Zur Erinnerung an Wilhelm Stier.

Mitgetheilt von Prof. Dr. Lionel von Donop.

(Schlufs.)

Beilage Nr. II.

Skizze des Planes einer gröfsern evangelischen Kirche.

Der Bearbeitung des Planes einer gröfsern evangelischen Kirche mufste die Kenntnifs von den strengen Bedürfnifsen des Gegenstandes vorangehen. Es sind dieselben bisher noch nicht bestimmt ausgesprochen worden und hängen zusammen: mit der Idee einer wohlgeordneten gottesdienstlichen Feier, wie mit der Ansicht was dieselbe im Christen bewirken und wie sie mit seinem äufsern Leben verwoben sein soll.

Ich hatte das Glück hierinn durch den Königlichen Minister - Residenten Herrn Legations-Rath Dr: Bunsen die trefflichste Hülfe und Aufklärung zu finden: in der gütigen Mittheilung seiner über diesen Gegenstand statt findenden Ansichten, und habe in Folge derselben und unter der freundlichsten und offensten gütigen Rathgabe, Theilnahme und Kritik von dieser Seite, die Arbeit verfolgt. Es wird hiernach gefordert: 1, eine Predigtkirche: für die Auslegung des Evangeliums, das beim gewöhnlichen Gottesdienst statt findende Beichtamt und die Gebethe; 2, eine Altarkirche für die Feier des heiligen Abendmahles, die Confirmation, die Ehestiftung und die Ordination der Geistlichen; 3, eine Kapelle für die Taufe und 4, eine andere für die Begräbnifsfeierlichkeiten: beide letztere unter sich correspondirend und mit der Altarkirche in Verbindung.

Nach dem obenanstehenden Plänchen ist *A* die Predigtkirche, *B* die Altarkirche, *C* die Taufkapelle, *D* die Kapelle für die Grabfeierlichkeiten, *E* Vestibula, *F* Thürme, *G* Wagenhallen.

Das Centrum des Gebäudes in der Idee wie in der wirklichen Erscheinung ist die Predigtkirche. Ihre innerste Grundfläche begreift den Raum welcher umschlossen wird von 17 zusammenhängenden Seiten und einer die Endpuncte der letzteren verbindenden Sehne eines regulären 26 Ecks von 165′ Durchmesser.

Die flache Balkendecke 77′ über dem Boden erhaben, wird durch ein Hänge und Sprengewerk gebildet, welches äufserlich mit den Dachflächen in der Form eines Konus erscheint, dessen Achse lothrecht über dem Centrum der Grundfläche liegt. Die Dachbinder werden in der gebogenen Umfassungswand von Ziegelpfeilern, in der geraden von Säulen von Gufseisen getragen.

Zwischen den Ziegelpfeilern sind 2 Reihen Emporen gebildet, die Unterste 21′, die Obere 23′ im Lichten hoch.

Die Umfassungswand des Mittelraumes erhebt sich über das Dach der Empore in einer Höhe von 24′, um diejenigen Fenster zu bilden, welche diesem Raume die Hauptlichtmasse gewähren sollen. Aufserdem enthalten die Emporen noch Fenster in ihrer äufsern Umfassungswand.

Der Boden des Mittelraumes liegt zunächst des grofsen Vorhauses $2\frac{1}{2}$′, zunächst der Altarkirche 5′, unter dem der untersten Empore: so dafs er eine geringe Dossirung bildet. Zwei Ambonen eine als Kanzel zur Predigt, die andere zur Verlesung der Evangelien und zum Amt der Gebethe, sind vor den beiden Mittelsten, der die Altarkirche begränzenden Säulen angeordnet.

Für die Orgel und den Sängerchor zur Leitung des Gemeinde Gesanges ist der Theil der obersten Empore bestimmt, welcher dem Vorhause zunägst liegt.

Die Predigtkirche mit den Emporen enthält 34367 □′ Bodenfläche und würde demnach, in Folge der gewöhnlichen Berechnungen welche 4 □′ für die Person anzunehmen pflegen 8592 Personen Raum geben. Wenn aber stehende Sitzbänke

von $2^1/_2$' Tiefe dergestalt durch die betreffenden Räume vertheilt werden, dafs sich zwischen ihnen eine gehörige Anzahl breiter Gänge zur Communikation befinden, so lassen sich 5507 lfde. Fufs derselben anbringen. Wird nun die Breite eines Sitzes zu $1^3/_4$' angenommen so würden hier 3147 Personen Platz finden, in den Gängen aber noch sehr wohl 350 stehen können die sämmtlich den Prediger noch gut hören und sehen würden.

Der Mittelraum der Predigtkirche ist mit der höher liegenden Altarkirche durch 10 Stufen verbunden. Der Boden der untersten Empore hängt aber unmittelbar mit derselben zusammen.

Bei der Altarkirche, wie bei den beiden Kapellen findet in den Haupträumen eine ganz gleiche allgemeine Anlage statt.

Die Breite des ganzen Oblongs beträgt 62, die Länge 234'.

Die diesen 3 Räumen angehängten Nichen sind als Baldachine über dem Altar, dem Taufstein und dem Katafalk zu betrachten.

Die Balkendecken der Haupträume liegen mit der des Mittelraumes der Predigtkirche in Einer Ebene.

Die Nichen sind überwölbt angenommen worden.

Die Fenster correspondiren mit denen des Mittelraumes der Predigtkirche.

Die bestimmt bezeichnete Abtheilung der verschiedenen innern Räume der Kirche, welche aus der Construction entsprungen von der Art ist, dafs indem sie das Einzelne bestimmt umschreibt dem Eindruck und Zusammenhang des Ganzen nicht nachtheilig sein mögte; gewährte den Vortheil jedem Raume eine seiner näheren Bestimmung folgerechte Dekoration geben zu können.

Das Vestibulum der Predigt-Kirche besteht zunägst der Kirche aus einem oblongen Raume von 27' Breite und $63^1/_2$' Länge, und einer Höhe welche jener der beiden Emporen zusammengenommen gleich ist, — nach Aufsen hin ist dasselbe durch 2 übereinander stehende doppelte Bogengänge, in ihren Höhen correspondirend mit denen der Emporen — gebildet; letzteres zur Verbindung der Treppenhäuser da im Innern der Zusammenhang der Emporen fürs Volk, durch den Orgelchor unterbrochen ist.

Bei dem erstgenannten Raume wurde eine Balkendecke in den Bogengängen Kreutzgewölbe angenommen.

Eine Freitreppe von $13^1/_2$' Höhe führt zu diesem Vestibulum.

Die beiden Vorhäuser zunägst den Kapellen sind mehr für den Austritt als den Eintritt ins Gebäude bestimmt, daher in der ganzen Form sehr untergeordnet gehalten worden. Sie wie die Wagenhallen haben mit der untersten Empore eine gleiche Höhe.

Ein Unterbau von $13^1/_2$' Höhe erstreckt sich durch das ganze Gebäude. Er enthält viele Nebeneingänge vor denen äufserlich nur 4 Stufen liegen. In seinen Räumen findet ein durchgehender Zusammenhang unter sich wie mit allen Theilen des Innern statt. Die Wagenhallen stehen mit ihm in unmittelbarer Verbindung. Unter der Altarkirche enthält er Sakristeien und Geräthräume wie gröfsere Sammelplätze für das Volk.

Der bildliche Schmuck des Gebäudes ist so vertheilt gedacht worden dafs dargestellt würde:

In der Predigtkirche an der Decke: der Theil des alten Testamentes welcher das Neue basirt und darauf hindeutet: als Moses und die Propheten; dann das jüngste Gericht; — über der Säulenstellung nach der Altarkirche zu: Christus als Lehrer der Welt und die Apostel;

In der Altarkirche und den Kapellen, an grofsen daselbst unter den Fenstern befindlichen Wandflächen, grofse Bilder mit den bezeichnendsten Begebenheiten des neuen Testamentes: — in der Altarkirche: das h. Abendmahl, die Ausgiefsung des h. Geistes, der Einzug in Jerusalem, die Himmelfahrt; — in der Taufkapelle die Geburth, Darstellung im Tempel, Lehre im Tempel, Taufe Christi; — in der Kapelle für die Grabfeierlichkeiten: die Erweckung des Lazarus, des Jünglings zu Nain, die Kreutzigung, die Auferstehung; in den 3 Nichen symbolische Darstellungen; in der Altarniche am Gewölbe: das Lamm mit den 7 Siegeln und die Zeichen der Evangelisten; an den Wandflächen: Chöre von Engeln und Seeligen nach der Apokalypse; — in der Taufkapelle an den Wänden: Christus mit der Darstellung des Spruches: lafst die Kindlein zu mir kommen; — in der Grabkapelle Christus und die Seeligen.

Den Baustyl betreffend so erscheint derselbe in bestimmten Eigenthümlichkeiten, nähert sich aber am Meisten dem Byzantinischen und alt italienischen. Die senkrechten Haupttheile der Architektur finden in Pfeilern, Pilastern und Lisenen unter den Puncten der Decke statt, auf welche Last und Druck derselben concentrirt ist. Die horizontalen Abtheilungen entspringen aus den Balkenlagen und Kämpfern. Halbkreisbögen bilden die Sturze der Maueröffnungen. Die Balkenlagen erscheinen ohne Mörtelbewurf und in ihrer Anordnung sind abwechselnde Formen gesucht worden, die dem Auge angenehm sein mögten. Das Gerippe der Architektur soll sich im Innern hell abheben (weifs, orange, und golden); die Wandflächen wo sie nicht von Bildern eingenommen werden, mit gemahlten: purpurfarbenen, blauen und violetten, mit Arabesken überwobenen Teppichten bedeckt sein.

Die Arabesken würden im Vorhause die leichteste und mehr mahlerische; nach dem Altar zu eine ernstere und mehr plastische Form erhalten, überall aber mit bedeutungsvollen Darstellungen durchpflochten sein, theils historischen theils symbolischen: den poetischen Figuren der Schriftsprache nachgebildet.

Das überall durchgeführte Ziegelmauerwerk ist äufserlich in einer besonders sorgfältigen Ausführung und ohne Putz gedacht worden.

Die Bedeckung der Dächer wurde durchgehends von Zink oder Kupfer gedacht, wegen der dem grofsen Hängewerke nöthigen guten Bedeckung. Defshalb sind die Dachwinkel ziemlich flach angenommen.

Die Anwendung von Eisen wurde da berücksichtiget wo dieses Material am leichtesten, sichersten und wohlfeilsten den Zweck der Sache gewährt oder seiner Erreichung Hülfe leistet.

In einer Abhandlung wird durch die ganze Arbeit von jedem Schritt mit Darlegung der Ursachen, Rechenschaft geleistet.

Beilage Nr. III.

Skizze unmaafsgeblicher Meinungen und Ansichten über das Studium der Architektur.

Ich erlaube mir zuerst meine unmaafsgeblichen Meinungen und Ansichten auszusprechen über den Zweck und das Vermögen der Schule, dann über die Pflichten des Lehrers, hierauf

über den gegenwärtig vorherrschenden Zustand der Schule und endlich über die Weise wie sich der Zweck der Schule vielleicht genügender erfüllen liefse.

Ueber den Zweck und das Vermögen der Schule scheint mir Folgendes statt zu finden: Es ist die Aufgabe der Schule: die Technik zu lehren; in einer allgemeinen Einleitung über die Kunst zu erklären: deren Natur, ihr Gebieth, die Mittel ihrer Wirksamkeit, die Anforderungen welche nach Maafsgabe ihrer Natur, ihres Gebiethes und ihrer Mittel an sie geschehen können, wie die Art und Weise ihres Betriebes; ferner soll die Schule Kunde ertheilen von dem was in dem gesammten Reiche des Kunstzweiges auf welchen sie sich beschränkt bisher geleistet worden ist: insofern es in Verbindung steht, mit der zu einer bestimmten Zeit herrschenden allgemeinen Bildung, dann soll sie die Erscheinungen in ihren Ursachen betrachten wie in der Art ihrer Zweckerfüllung; ferner von den Bedürfnifsen und der nothwendigen Beschaffenheit unterrichten, welche die herrschende Zeit von den Werken der betreffenden Kunst verlangt und endlich sich zum Ziele setzen in der Natur des Schülers die künstlerische Richtung zu wecken und der Entwickelung seiner natürlichen Anlagen förderlich zu sein.

Die Kunst selbst kann von der Schule nicht gelehrt werden; sie ist in ihrem lebendigen Geiste nicht zu umfassen und zu begrenzen in gewisse Formen und Gesetze; sie ist die Blüthenkrone und der Spiegel des ganzen innern und äufsern Lebens bei Einzelnen wie bei ganzen Völkern; sie wird innen gebohren im Geiste und gewinnt von Aufsen nur Form und Sprache; sie ruht nicht im blofsen Verstande oder auf der Geschicklichkeit sondern steht in ihren Quellen und Lichtpunkten darüber im tiefen hellen umfafsenden Bewufstsein der höhern innern Natur. Sie mufs in eigner freier Thätigkeit emporschiefsen: — eine natürliche, frische, lebendige Pflanze, deren Wurzel begründet ist auf der Bildung und Erfahrung die Schule und Leben gewähren, auch der eigentümlichen Natur, Idee und Kraft des Künstlers und der Zeit und dem Volke welchen derselbe zugehört.

Die Schule darf nicht in der Beschaffenheit und Absicht tragen: Manieren hervorzubringen; sie mufs Eigenthümlickeiten insofern dieselben auf eine gesunde Weise basirt sind und ein praktisches Ziel (welches hier das Höchste ist) verfolgen: — nicht nur dulden, sondern vielmehr auf alle Weise in ihrer Entwickelung zu befördern suchen: — sie soll jedem erlauben das zu sein, wozu er von Natur gemacht ist und nicht Dinge von ihm fordern, die er hiernach weder leisten kann noch leisten darf; ja dem Schüler zur Erkennung seines eignen Wesens hülfreich sein. So nur bildet sich eine gesunde Luft: hohes, freies, wahres Leben, dessen sich der Mensch aus tiefstem Herzen zu freuen vermag.

Gesetze, Grundsätze, Regeln, kann die Schule nur stellen: insofern sie deren Gültigkeit auf eine in zeitiger Denkart und Bildung allgemein klare und begreifliche Weise darthut.

Die Schule mufs in ihrer Art und Weise der möglichst befsten Beschaffenheit der innern menschlichen Natur nachzukommen suchen, sie mufs in ihrer Ausdehnung mit der Kraft und Dauer des Menschenlebens und besonders der Jugend Rechnung halten; solches vor allem bei einem praktischen Zweige, welchem die That Ziel ist und der frühe Uebung erfordert.

Defshalb wird es nöthig dafs die Schule sich bemühe: den Schüler in eine möglichst gleichmäfsige, allgemeine und seinem Kraftvermögen angemessene Thätigkeit zu versetzen und auf die möglichst zeitige Entwickelung selbstständiger Productionskraft hinzuleiten.

Solches mögte möglich sein und dem ganzen Studium eine geistige, lebendige, zu eignem Denken, Erfinden und Thun aufregende Gestalt ertheilen, wenn dahin getrachtet würde alle Hauptheile des Faches fürs Erste tief, wahr und kurz: in ihrer Grundidee, dem Zusammenhang ihres Wesens, ihrem Geiste, ihrer Hauptmasse: darzustellen, das Einzelne hiebei aber, wie die Nebentheile und Episoden allgemach zu sondern und hinzuzufügen: — der Schüler mufs dahin geleitet werden, dafs er wie ein natürlicher Baum gleich vom Anbeginn aus einem einigen Stamme: die Aeste und Wurzeln nach allen Richtungen erstrecke, um überall gleichmäfsig Nahrung zu saugen und um mit dem Gange der Zeit: überall neue Zweige und Fasern, hervortreiben, und das Ganze immer in geschlossener Masse zusammengehalten sein.

Wird aber damit begonnen: das Einzelne im Uebermaafs hervorzuheben und auszubilden und solches wohl gar ohne Zusammenhang und Vereinigung zu einem Ganzen zu lassen, oder gar Nebenzweige und Episoden zum Hauptziel zu machen, so verliehrt sich dadurch Klarheit, Gesundheit und das ganze natürliche Maafs der Dinge, mit welchem allein sich das Gute leisten läfst, und welches wenn es einmal verlohren gegangen nur selten, und mit unendlicher Mühe, deren sich Wenige unterziehen, wieder hergestellt zu werden pflegt.

Die Pflichten des Lehrers werden sich nach dem Obigen von selbst ergeben. Er soll das Handwerk lehren, den innern lebendigen Geist der Kunst begreiflich zu machen suchen; Kunde geben vom Vorhandenen und von dem was sein mufs und Noth thut.

Bei dem was der Schüler Eigenes beginnt soll der Lehrer nach deutlichen, allgemein fafslichen und bestimmten Gründen rathen, nach seiner umfassenderen Bekanntschaft mit dem Vorhandenen: aufmerksam machen, wie gleiches oder ähnliches an bestimmten Werken besser behandelt worden ist und zur Richtschnur dienen könnte. Seinen Geschmack, seine blofse Neigung, soll er dem Schüler nicht aufzudringen suchen. Er mufs im Stande sein sich in die Individualitäten der Schüler zu finden.

Die Seltsamkeiten welche mir an dem gegenwärtig vorherrschenden Zustand der Schulen auffallen werde ich nach dem Vorhergesagten nicht durchgehends besonders zergliedern dürfen.

Die seltsame Erscheinung dafs heut zu Tage, die Anzahl wahrhafter Künstler, besonders des in Rede stehenden Faches, sich auf Einige Wenige beschränkt, die Kunst von der Masse aber mit einem charakterlosen Barbarismus und einer Gefühl- und Geistlosigkeit betrieben wird, die sich in den Erscheinungen der Weltgeschichte auszeichnen; — die Erscheinung dafs die Idee einer lebendigen Kunst so fremd geworden ist, dafs sie von der Masse selbst derer die sich Künstler nennen für unsre Zeit unter die wesenlosen und unmöglichen Dinge gezählt und ihr nachzuhängen für Thorheit gehalten wird: — diese Erscheinungen mögen zum Theil wohl in dem ganzen Wesen der Zeit begründet sein; doch ist hiebei der Schule gewifs auch grofse Schuld beizumessen durch die Dunkelheit, Einseitigkeit und

Zerrissenheit und das offenbare Mifsverhältnifs welches in der Ausbildung der einzelnen Zweige, wie im mechanischen und geistigen Betriebe des Studiums, bei ihr sich kund thut. Wenn aber auch tüchtige Techniker selten sind, so ist diefs neben Abnahme einer praktischen Denkart, wohl fast allein der Schule zuzuschreiben.

Zeigen sich aber diese Erscheinungen, ich bin so kühn es auszusprechen in unserem Vaterlande auf eine hervorstechendere Weise, als in irgend einem europäischen Lande, welches nicht unter die unkultivirten oder versunkenen gehört, so mögte diefs aufser manchen Seltsamkeiten der Schule, hauptsächlich beizumessen sein: den Anforderungen welche den jungen Architekten gestellt werden, die von der Art sind dafs sie alle menschlichen Kräfte übersteigen oder doch nur von höchst Wenigen von der Natur vorzüglich Ausgezeichneten erfüllt werden mögten; indem dieselben in einem Zeitraum von 3 bis 4 Jahren (den die Mehrsten nur zu ihren Schulstudien anwenden können, und der bei jedem praktischen Zweige und der Beschaffenheit und Dauer des Menschenlebens, auch nicht viel überschritten werden darf): — aufser der Kunst, die Ausbildung aller Zweige der Bau-Technik und die Kenntnifs einer der ausgedehntesten und schwierigsten Wissenschaften: der Mathematik, welche hier durchaus nur Hülfswissenschaft ist, in einem Umfange und Detail, wie letzteres nur von denen zu fordern ist, die ihr das ganze Leben widmen: — verlangen. Die Unkenntnifs mit dem Wesen der Sache, die falsche Vorstellung die häufig vom Reellen statt zu finden pflegt, die Sucht nach äufserem Gewinn, die Ansicht vieler sich mit dem Schein der Dinge zu begnügen, die Kurzsichtigkeit von ihm sich imponiren zu lassen; der mit der wachsenden Menge von Bedürfnifsen, mit der Abnahme des Vertrauens auf Gott, mit der gesteigerten Furcht vor den Menschen und den äufsern Verhältnifsen des Lebens: zugenommene Kleinmuth, die abgenommene Behauptung männlicher Unabhängigkeit und der seltener gewordene ächte Freiheitssinn; wie endlich der Drang von Verhältnissen und Pflichten: — zwingen Viele sich ruhig unter jenes Joch zu beugen, die schönsten Jahre ihres Lebens, die einzigen die ihnen zur Grundlage ihrer Bildung gegeben sind, von deren Sichtung gröfstentheils der Gang und die Wirkung des ganzen Lebens abhängt: — einem rein empirischen und mechanischen Studium hinzugeben mit dem sie kümmerlich durch das Examen stolpern, nach welchem diese im Gedächtnifs aufgebaute Welt gar leicht in hohles Nichts zusammenstürzt. — Ob in jener Weise des Studien-Betriebes, in jenem Zeitraum die Dinge tief begriffen und durchempfunden werden, ob sie Freiheit und eigenes Leben gewinnen, ob diese fertige prunkende Weisheit die Rechte ist, giebt die Folge sattsam kund.

Es ist nicht zu übersehen dafs auf diesem Wege viele wackre Leute, die im Stande wären sich tüchtig zum Dienste der Welt zu entwickeln, theils geradezu untergehen, theils nur zu einer lahmen Wirksamkeit gelangen; denn wenn späterhin auch Viele einsehen was eigentlich Noth ist, so haben sie doch schon so viel vom Leben verlohren und die Verhältnifse im Drange des praktischen Lebens sind so ungünstig: dafs nur noch Wenige Lust, Kraft und Mittel zum Nachhohlen oder Aufbau von Grund aus besitzen.

Das Seltsamste der ganzen Sache mögte aber darinn zu finden sein, dafs im Staate wie im praktischen Leben, diese Universalität doch keine Stelle findet und das Fach sich theilt in Land- Wasser und Wegebaumeister. Warum darf nun diese Abtheilung nicht auch beim Studium statt finden, wo dasselbe alsdann gründlich und tüchtig betrieben werden könnte.

Sind Einzelne im Stande das gesammte Fach zu umfassen, oder in der Folge des Lebens zu dem was sie gründlich besitzen: noch Anderes hinzuzufügen, so wird ihnen diefs schon zu Gute kommen, doch darf jene Universalität nicht allgemeine Forderung sein.

Wenn ich es wage meine Ansichten über die Art und Weise auszusprechen in der ich meine dafs sich der Zweck der Schule vielleicht genügender erfüllen lassen mögte, so beginne ich mit Voraussetzung jener im praktischen Leben vorhandenen Abtheilungen des gesammten Faches.

Wohnen wir doch in unserer cultivirten Welt nicht wie Insulaner einzeln auseinander, sondern haben uns nahe von jeglicher Gattung. Sollte es sich daher bei einzelnen Werken ereignen dafs dabei die Verbindung verschiedener Fächer auf eine besonders ausgebreitete Weise statt fände, oder die Hülfswissenschaften besonders hervorträten so vermögen wir uns ja nach Bedürfnifs zu finden und zu vereinigen.

Es ist mir unmöglich einen praktischen Grund einzusehen, der sich hier niedersetzen könnte und die Sache scheint mir von höchster Wichtigkeit zu sein.

Für mein Theil werde ich mich wenigstens noch sehr ernst über ihren ausführlichen Beweifs besinnen, und denselben unerschrocken auszusprechen wagen.

Die Abtheilung dürfte wohl nur wie in andern Ländern eine zwiefache sein, und unter dem Namen der Architektur und Ingenieur-Kunst statt finden.

Die Erstere würde die ökonomische- bürgerliche und Pracht-Bau-Kunst, die Andere die Wasser- Brücken- Maschienen und Wege-Bau-Kunst, begreifen.

Bei dem Wunsche: nur in der Abtheilung der Architektur meine praktische Wirksamkeit suchen zu dürfen, erlaube ich mir nur hierüber meine näheren Ansichten vorzulegen.

Der Zweck und das Vermögen einer solchen Architektur-Schule scheint mir in folgenden Lehrabtheilungen erfüllt und begriffen werden zu können: als der Lehre von der Mathematik — der künstlerischen, der geometrischen Zeichenkunst — der Perspectiv — der Lehre von der Beleuchtung — der Lehre von den Constructionen — einer allgemeinen Einleitung über die Kunst — der Lehre von den vorhandenen Kunstwerken wie der Untersuchung von deren Ursache, Forderungen und Zweckerfüllung (Kunstgeschichte und Kritik) — der Lehre von den Bedürfnifsen und der nothwendigen Beschaffenheit der Werke welche die herrschende Zeit von der Kunst fordert — der Uebung in eignen Productionen — der Lehre von den Kostenanschlägen und der praktischen Bauschreiberei.

Die Ausführung der einzelnen Theile würde nach meiner unmaafsgeblichen Meinung auf folgende Weise praktisch und dem Zwecke angemessen sein:

Bei der Mathematik mögte es genügen, die Elementare, die praktische Feldmefskunst, die Stereometrie, die Lehre von den Kegelschnitten, die Statick, Dynamick und praktische Mechanick in einer Weise zu betreiben: dafs nur der grofse Faden der Sache durchgehalten, die mancherlei kleinen gröfstentheils theoretischen oder für den in Rede stehenden Zweck nicht wesentlichen Nebenaufgaben und Kunststückchen mit denen unser

Kursus erfüllt ist: ziemlich beseitigt, dahingegen diejenigen Theile welche in dem Umfang gegenwärtigen Gesichts-Kreises in eine wirklich praktische Anwendung treten (hauptsäglich die nöthigen Maschienen) aufs detaillirteste erörtert würden. Die Geschichte thut dar, dafs die bis jetzt vorhandenen trefflichsten Construktionen, wie die ingeniösesten und complicirtesten Maschienen nicht von einer hohen Gelahrtheit in der Mathematik ausgegangen sind, sondern beruhen auf einem praktischen Sinne, einem ächten, tiefen, hellen und einfachen Verstande und [dem künstlerischen, lebendigen Betriebe und Handhaben der Elemente.

Mit der eigentlichen Kunst aber hat die Mathematik durchaus nichts zu schaffen.

Bei dem künstlerischen Zeichenunterricht scheint mir nöthig zu sein auf recht mannigfache Formen in den Erzeugnissen und Erscheinungen der Kunst wie der Natur aufmerksam zu machen [und zu deren Betrachtung anzuregen. Aufser dem Zeichnen architektonischer Plane, Details und Ornamente würde das Studium lebendiger Pflanzen, wie der Formen des menschlichen Körpers, besonders vortheilhaft sein. Ueber letztere müfste wenigstens eine Lehre statt finden: welche die einzelnen Formen sondert, einzeln ihre Schönheiten heraushebt und sie wiederum im Zusammenhange des Ganzen betrachtet, und so das Wahrnehmen der Erscheinungen erleicht.

Bei den Details mögte das Zeichnen recht vieler grofser und bestimmter Umrisse, mit dem Bleistift, der Feder und der Kreide, wo möglich nach dem Runden und mit Profilstudien vereinigt: am belehrendsten sein. Beim Schattiren soll Haltung und Ausdruck der Form, als einzige Forderung erscheinen und die am Schnellsten zu diesem Ziel führende Manier, die belobteste sein. Kreidezeichnung mit breiten Tuschtönen verbunden, liefse sich vielleicht für diesen Zweck wohl anwenden. Auch mag man wohl Ornamente in Leimfarben mahlen. Die geleckten, ängstlichen und eleganten Kreide- und Tuschzeichnungen der französischen Schule, welche einen unendlichen Zeitaufwand erfordern mögten nicht sonderlich zur Nachahmung zu empfehlen sein. Auch hiebei soll man dem heut zu Tage so allgemein gewordenen blofs mechanischen Sinn: entgegen zu streben und zu frischer Geistesthätigkeit aufzuregen suchen. — Im Allgemeinen würde daher hier wohl nicht genug darauf gewacht werden können; dafs die Schüler sich nicht blofs bemühen: durch die mechanischen Regeln und Handgriffe, das Vorbild aufs Papier zu bringen, sondern dafs es Hauptsache sei: die Formen in sich wie ein lebendiges Ding aufzunehmen.

Defshalb mögten viele und frühe Versuche sehr nützlich sein, sowohl Gesehenes aus der Fantasie nachzuzeichnen: als auch eigene Erfindungen zu machen.

Es giebt in diesem Felde auf unsern Schulen sehr Viele welche die Zeit ihres Studiums damit hinbringen einige Wenige Details fein zu tuschen ohne dabei nur im Geringsten die Formen wirklich in die Fantasie und das Gefühl zu fassen oder eigentlich Zeichnen gelernt zu haben, und hierinn und einigen auswendig gelernten Zahlen von Verhältnissen: das Geheimnifs und den Umfang der Kunst gewonnen zu haben meinen, ohne dafs ihnen hiebei die Lehrer zum Befsern rathen oder sie von der Nichtigkeit solcher Dinge überzeugen.

Die Lehre von der Perspectiv und der Beleuchtung mögte für gegenwärtigen Gesichtspunct vielleicht weniger Aufmerksamkeit und praktische Ausgedehntheit verdienen, als ihnen gröfstentheils begegnet. Sie erleichtert das Wahrnehmen und rechte Sehen der Gegenstände, hilft dem Laien ein architektonisches Project anschauliger machen und ein Architekt mufs sie begreifen und zu handhaben verstehen, demjenigen Architekten aber der das Auge und den lebendigen Begriff der Form, nicht dahin ausgebildet hat: dafs er aus der geometrischen Zeichnung: den Effect in der Natur zu beurtheilen weifs: — wird das Bild nicht viel helfen. In der Regel aber ist ja die Beschauung der Gebäude nicht auf Einen Gesichtspunct fixirt, sondern sie findet aus unendlich Vielen statt. Der Architekt welcher diese Zweige in besonderer Ausdehnung bilden und üben will, mag diefs thun sobald er die für ihn wichtigeren Dinge beseitiget hat. Dafs die Schule aber mit diesen ihrem Wesen nach so leicht begreiflichen Gegenständen, wie es wohl geschieht: Jahrelang herumschleppt, bis sie endlich aus tausend Einzelnheiten langsam der Sache Geist enthüllt: mögte nicht gut zu heifsen sein.

Die Lehre von den Constructionen müfste auf eine sehr gründliche und tüchtige Weise abgehandelt werden, und alle des in Rede stehenden [Faches bisher ausgeführten merkwürdigen Constructionen umfassen: also noch um ein gut Theil über Gylly's sonst treffliches Handbuch hinweggehen.

Es scheint mir nöthig vorzüglich hier die Grundprincipien, ohne deren rechten Begriff nie ein selbstständiges Leben in diesem Felde hervorgehen kann: etwas gedrungener, bestimmter, allgemeiner, klarer und wissenschaftlicher auszusprechen: als diefs wohl in der Regel statt zu finden pflegt. Es giebt nur zu Viele die sich hier in den Einzelnheiten und der Unklarheit der Grundbegriffe verwirrt haben und so durchs ganze Leben ohne ächten praktischen Takt bleiben.

Rathsam mögte es sein in diesem Gebiethe die Zimmerkunst zuerst abzuhandeln, da sie nicht nur rein für sich bestehen kann, sondern für die Fantasie und den Verstand leicht fafslich: in ihren Erscheinungen am ungebundensten ist und ganz besonders zum Selbstdenken, zu eigenen Combinationen und Erfindungen anregt. Folgt ihr die Lehre vom Steinschnitt so wird sie die Fantasie schon sehr gelichtet und beweglich finden, was bei ihr nöthig ist.

In die Ansicht Vieler, welche den jungen Architekten ein Jahrelanges praktisches Mauern und Zimmern empfehlen, kann ich nicht sonderlich eingehen. Es handelt sich hier nur um ein Paar Handgriffe und der Architekt mufs sie wissen; sobald er aber praktischen Sinn hat, der jedem dieses Faches nöthig ist: so sieht er sie leicht dem Handwerker ab. Die Kenntnifs der Materialien lernt sich auch ohne jene Uebung, eben so gründlich. Wer sich vorsetzt nicht nur allein ein Techniker, sondern auch ein Künstler zu werden: kann die Zeit welche er jenen Dingen hingiebt: sobald sie sich durch Jahre erstreckte bei Weitem wichtigeren Uebungen und Studien widmen. Es läfst jene Uebung häufig ein Anhängsel zurück, welches dem Künstler nachtheilig ist und verleitet Viele zu der Meinung hiedurch die ächte Praxis erworben zu haben; da diese doch keinesweges im Können jener Handgriffe besteht, sondern in der innern Kenntnifs der Materialien, in geistiger Klarheit und Aufgeschlofsenheit, dieselben auf die rechte Weise nach ihrer Natur und dem Bedürfnifs anzuordnen, und neben einer hierfür nöthigen besondern Naturanlage sich bildet: durch vieles Sehen,

Untersuchen und Ueberdenken recht mannigfacher und vieler Constructionen.

Die allgemeine Einleitung über die Kunst, würde zu betrachten haben: derselben Wesen, verschiedene Art, Gebieth, Nutzen und die Mittel der Wirksamkeit im Allgemeinen wie in den besonderen Zweigen; die Anforderungen welche nach dem Genannten an sie geschehen können; das Verhältnifs und die Gränze ihrer Abhängigkeit zu Volk, Land und Zeit, wie die Art und Weise auf welche sie in verschiedenen Zeiten: angesehen, erlernt und ausgeübt worden ist.

Eine solche Einleitung auf eine einfache, klare, fafsliche Weise vorgetragen: mögte für die Schule ein absolutes Bedürfnifs sein. Sie mögte doppelt wünschenswerth erscheinen, bei den gegenwärtig trotz des vielen Redens immer noch im Allgemeinen herrschenden, theils höchst einseitigen, theils gerade zu falschen Ansichten über die Künste: in dieser Zeit wo natürlicher Sinn, ächter Verstand und frisches Gefühl: nur allzuleicht auf Abwege geführt und unterdrückt werden: durch ernste Betrachtung die zerrissenen und zerstreuten Fäden des tiefern Bewufstseins (ohne welches in den Künsten nichts erspriesliches gedeihen kann): — wieder aufzufangen, zu sammeln und fortzuspinnen.

Unter allen Künstlern ist wohl vorzüglich von den Architekten eine Klarheit über jene Begriffe zu fordern, da ihr Wirkungskreis, im Gebieth der Künste am meisten praktisch und allgemein: eine enge Verbindung mit den übrigen Künsten unterhält und Gelegenheit hat, nicht nur deren Wirksamkeit im Allgemeinen, sondern auch ihre besondere Richtung zu befördern und zu leiten. Die Architekten müssen sich durchaus von dem abgeschlofsenen, stumpfsinnigen und handwerksmäfsigen Kastengeiste frei halten: der unter den Künstlern jetzt nur allzuallgemein statt findet.

Die Bearbeitung dieser Einleitung scheint mir aber eine keinesweges leichte Sache zu sein. Die Kunst ist eine eigentümliche Entwickelung des innern menschlichen Wesens; nur wer in ihr auf wahrhafte Weise lebt, kann von den Eigenthümlichkeiten die ihr innerer Betrieb vor andern Geisteswerken behauptet, von ihrer Art und Weise, vom Nervus ihres Lebens: klar unterrichtet sein. Es hat sich daher ereignet dafs selbst von geistreichen Männern der ersten Gröfse, welche die Kunst nicht selbst betrieben: über sie die wunderlichsten Dinge gesagt worden sind. Die Künstler wissen sich wohl selten mit philosophischer Schärfe und Umfassung auszudrücken, wenigstens hat diefs bis jetzt noch keiner gethan, der selbst über die Kunst geschrieben. Defshalb scheint mir der einzige Weg hiezu, wenn wahrhafte Künstler sich für diesen Zweck, mit wahrhaften Philosophen: mit solchen die nicht blofs ein fertiges abgeschlofsenes Uhrwerk im Kopf regieren, sondern mit Freiheit, dichterischer Fantasie, und aufser dem Verstande zugleich mit Gemüth und Herzen über dem Wesen der Dinge brüten: vereinigen wollten. Vieles liefse sich gewifs bestimmter und klarer aussprechen als es geschehen und es ist diefs unumgänglich nothwendig.

Bei der Lehre von den vorhandenen Kunstwerken (Kunstgeschichte) scheint mir folgendes zu beachten:

Wir erkennen dafs alle Völker, die nach dem Höheren gestrebt, die ihr äufseres Kraftvermögen, ihre Geistesfähigkeit in Thätigkeit zu setzen und auszubilden versucht haben: zu einer Ausbeute gelangt sind, die in ihrer Form auf eine der ganzen Eigentümlichkeit jener Völker, verwandte Weise sich darstellt. Durch Betrachtungen dieser vielseitigen Formen, wird aber das Einzige und Einige: Hohe, Schöne und Wahre, welches jener Thätigkeit zum Grunde liegt, und wonach sie hinstrebt: in seiner wahren Gestalt näher treten und deutlicher erscheinen. Und defshalb ist solche Betrachtung edel, würdig und nützlich. Aufserdem aber erwecken diese menschlichen Formen selbst, als irdische Planzen: unsre Aufmerksamkeit und unsre Liebe, wie die andern Blüthen der Erde; sie ragen leuchtend aus der Nacht der Jahrhunderte in die junge Zeit, als leitende Gestirne. Darum beschränken wir uns denn in der Richtung unserer zeitigen Bildung nicht auf Ein Volk allein, sondern ziehen zu allen um Lehre und Alle haben uns Lohn gereicht für die Mühen des Weges. Defshalb allein schon soll auch das Studium der Baukunst denselben Weg nehmen und sich nicht auf gewisse einzelne Systeme oder Schulen beschränken; es soll Gleichgewicht halten mit der allgemeinen Richtung der Bildung. Aufserdem aber mögte es nicht gar schwer darzuthun sein, dafs eben in diesem Fache unsre Zeit im Allgemeinen gegen die Productionen anderer Zeiten, nicht nur in Schätzung des allgemeinen Werthes, sondern auch in Rücksicht der daraus zu ziehenden Nutzanwendung ungerecht und in der Beurtheilung zu einseitig ist.

Die Betrachtung des Gesammtstromes der Baukunst in Folge jenes Gesichtspunktes, mögte unter folgende Abtheilungen zu bringen sein:

1, die Baukunst der alten Indier; 2, die Baukunst der alten Aegypter; 3, die Baukunst der alten Perser; 4, Muthmassungen über die Bau-Kunst der Juden und Phönizier; 5, Baukunst der Griechen und Etrurier; 6, Baukunst der Römer bis zu Constantin; 7, Baukunst in Italien vom 14ten bis zu Ende des 16ten Jahrhunderts; 9, herrschende Bauart in Europa vom Anfang des 17ten Jahrhunderts bis auf unsre Zeiten; 10, Bauart in Teutschland, England, Frankreich und Portugall und Spanien soweit sie sich der erstgenannten nahe anschliefst: von Karl dem Grofsen bis ins 16te Jahrhundert; 11, Baukunst der Araber und der gleichzeitigen Orientalen; 12, Baukunst der Chinesen.

Vielleicht nicht ohne manchen praktischen Vortheil, mögte sich der Vortrag dieses Gebiethes in 2 Hauptabschnitten behandeln lassen, von welchen der Erste enthielte: die Betrachtung des Volkes welchem der jedesmal in Rede stehende Baustyl angehört in seiner übrigen äufserlichen wie geistigen Erscheinung; dann die Charakteristik des Baustyles und die Nachweisung seiner Begründung in Land, Volk und Zeit, wie endlich seine gesammte Formenlehre; der zweite Abschnitt aber darstellte: die verschiedenen einzelnen Bauwerke.

Die Nothwendigkeit jener allgemeinen Einleitung wird keines Beweises bedürfen, da wohl ziemlich allgemein auszusprechen ist: dafs ein einzelnes Geisteswerk eines gewissen Volkes und einer bestimmten Zeit, nicht umfassend begriffen und empfunden werden könne: wenn nicht alle Beziehungen bekannt sind, unter denen das Werk entstanden ist und gleichsam eine Versetzung der Idee in die Zeit statt gefunden, welcher das Werk angehört. Solches mufs nun wohl um so mehr bei der Betrachtung eines ganzen Kunstzweiges statt finden.

Es müfste in dieser Einleitung die Beschaffenheit des betreffenden Landes, die Geschichte des Volkes, seiner Religions-

ideen, seiner Mythen, Sitten und Gebräuche, seiner Litteratur und seiner Kunst im Allgemeinen: — in einem gedrungenen, lebendig gezeichneten Bilde: in den grofsen Massen: dargestellt und hiezu mit sorgfältiger Wahl, solches Einzelne angeschlofsen werden: welches Charakter und Farbe des Ganzen besonders beleben hilft, oder sich als Lichtpunkt auszeichnet.

Dieser Vortrag mit Gewandtheit und heller Vorstellung dessen, was dem Künstler Noth thut: durchgeführt, könnte ein Grundstein und Leitfaden für diejenige allgemeine Menschenbildung werden, die nur Wenige beim Beginn des Kunststudiums besitzen, zu deren Erwerbung durch den Lauf des Lebens, Viele selbst bei gutem Willen und Hang defshalb nicht gelangen, weil ihnen eine Uebersicht des Ganzen fehlt und welche doch vorzüglich dem Architekten nothwendig ist: nicht nur wegen seines vielseitigen und nahen Verkehres mit dem Leben und seinen einzelnen Zweigen, sondern auch eben defshalb: dafs sein Ideal nicht in der sichtbaren Welt ruht (doch diefs findet im Allgemeinen nur bei untergeordneten Kunstzweigen statt) sondern in der unsichtbaren Geistigen, weil es keinen Model giebt in seiner Kunst, sondern nur ein ewiges Maafs im Innern.

Geschichte, Dichtung, allgemeine Kunstkenntnifs, wahre Anschauung des Lebens und der menschlichen Dinge, mögten aufser dem Verkehr mit dem frischen Leben, als Grundbestandtheile der Künstlerbildung genannt werden dürfen. Sie dürfen hier die vorherrschenden Gegenstände sein und sich durch die verschiedenen Perioden allgemach zu einem grofsen Weltbilde der geschehenen, vorhandenen und versunkenen Dinge und der ganzen Menschennatur verbinden.

Aus solchem Reiche quillt Stärkung und Muth jeder edlen Natur und sie vermag im Kreise der Geister, dem Künstler unentbehrlich: höchste Erdenwonne zu trinken, trotz einer kleinen Zeit und einem zertrümmerten Leben.

Hier würde sich Gelegenheit finden mit Aufstellung und Hervorhebung des wenigen Vortrefflichsten (insofern es mit der Kunst oder dem freien geistigen Leben in Verbindung steht) was bisher im menschlichen höchsten Wissen, im Dichten, im Bilden, geleistet worden ist: zu reichen das Mark der Jahrhunderte wie ein Dichter sagt; hier würde sich mit der Bemühung ihm Anerkennung und Geschmack zu gewinnen der künstlerische Geist überhaupt in seinen Tiefen erregen lassen: die Liebe zum Grofsen, zum Guten, Schönen und Wahren, zur Natur, zum Menschen, zu einem einfachen, schlichten, geraden Sinne. In solchem Kreise taucht der Aar der Dichtung schnell auf, regt die Schwingen und schüttelt seine Blitze.

Es liefse sich hier im menschlichen Leben und Thun ein ernster, edler Geschmack erwecken, es liefse sich ankämpfen gegen die matte, schaale, eitle Modebildung, gegen das kleine immerwährende Belustigungsleben der Zeit, gegen ihre hohlen Tändeleien, ihre Halbheiten, gegen ihre kleinen schlauen Speculationen: — die den stolzen, ernsten und freien Naturriesen im Herzen zerfressen und zermalmen, mit tausend kleinen Fäden zur Knechtschaft binden und den zur Sonne strebenden zum Abgrund stürzen: — in denen nimmermehr ein ächter Künstler gedeihen kann.

Hier liefse sich darstellen wie Kunst und Leben: Eins sein müssen; es liefse sich eine ernste höhere Idee der Kunst zu lebendiger Empfindung wecken: welche das Vergnügen nicht auf den Gipfel dieses Reiches stellt, welche ihm ein Nebenamt zugesteht, den Hauptzweck aber darinn sucht: die höhere göttliche Natur im Menschen an ihre Würde zu mahnen: die Sehnsucht nach dem wahren Vaterlande wach zu halten: in dem disharmonischen durstigen Gestöhne der Begierden, die ewige Harmonie zu wecken: in der düstern Erdennacht, ein Himmelslicht zu sein. Sie soll und kann immer noch ihre Stelle neben der Religion einnehmen, und als eine geweihte Priesterinn erscheinen.

Wenn der Leitfaden dieser Vorträge sich mehr für einen Gelehrten von Handwerk eignet, so mögte doch zu wünschen sein dafs sie ein Künstler übernähme: sowohl wegen ihres bedeutenden Nebenzweckes, als auch defswegen dafs ein Künstler leichter als ein Gelehrter das, für das hier im Auge stehende Ziel: Wesentlichste zu erkennen vermögen würde. — Zudem ist ja hier so viel treffliches in den einzelnen Fächern bearbeitet, dafs sich wohl ein Künstler hineinfinden könnte, der nicht gerade eine gelehrte Bildung besitzt. In jedem Falle aber ist hiezu ein Solcher nöthig der für die Gegenstände wie für sein Ziel wirklich erwärmt und begeistert ist und dem das Wort aus dem Herzen kömmt: dann zündet es verwandte Flammen auch ohne rhetorische Kunst.

Die diesen Einleitungen folgende Charakteristick der Baustyle und die Auseinandersetzung ihrer Begründung im Land, Volk und Zeit, wie die gesammte Formenlehre, müfste mit regen Zeichenübungen verbunden sein, die einzelnen Formen in ihrer strengen Charakteristick und Uebereinstimmung mit dem Ganzen betrachtet und lebendig aufgenommen werden.

Würde der zweite Haupttheil von der Betrachtung der verschiedenen Kunstperioden: — die Kenntnifs der einzelnen Gebäude, die Untersuchung der näheren Ursachen und Forderungen, welche sie bedingt haben, wie die Weise ihrer Zweckerfüllung: — zusammen geflochten mit den Vorträgen die von der nothwendigen Beschaffenheit der Gebäude und den Bedürfnifsen welche die Zeit von ihnen verlangt handeln: — so mögte frühe das eigentliche Wesen der Kunst deutlich begriffen, die ganze Anschauung klar und lebendig werden und aus der Kenntnifs leicht und frühe eigene selbstschaffende Thätigkeit erwachen.

Die Lehre von der nothwendigen Beschaffenheit der Gebäude und den Bedürfnifsen welche die herrschende Zeit insbesondere von der Kunst verlangt würde mit der landwirthschaftlichen Gattung beginnen und dann zu denen von höherer und höchster Bestimmung übergehen. In Folge des oben Gesagten würden dann bei jeder einzelnen Gattung der Gebäude die aus allen Kunstperioden derselben gleichen oder ähnlichen aufgeführt werden, welches dann vorzüglich bei denen der letztgenannten Bestimmungen statt fände. Auf welche Weise die jedesmaligen Anforderungen am Befsten gelöfst werden mögten, wird sich so am leichtesten ergeben. Doch soll der Lehrer hierüber immer seine Meinung aussprechen. Dieser ganze Studientheil müfste mit allgemeinen Uebungen in eigenen Erfindungen verbunden sein.

Ist die Schule die erste Bildungsanstalt eines Landes und hat sie das Glück sich in der Nähe eines grofsen Meisters zu befinden: der durch vollendetes lebendiges Werk lehrt, und in der Kunst und Glorie seines Vaterlandes als ein heller Stern glänzt, so sollte dieser Meister gebethen werden: auch an jener Bildungsanstalt Antheil zu

nehmen und ihrem geistigsten Theile vorzustehen: welches dann eben wäre, die Kritick der lebendigen Productionen. Solches würde für die Schüler die gröfste und begeisterndste Anregung sein und Mittel werden die Kunst eines Landes nach einer einigen, grofsen und klaren Idee: national zusammenzuhalten. Würden den Schülern von acht zu acht oder von vierzehn zu vierzehn Tagen: kleinere, und von Vierthel zu Vierthel-Jahr gröfsere Aufgaben gestellt, so mögte die Zeit welche den Meister in Anspruch nimmt, sich nur jedesmal an jenen Terminen auf einige Stunden beschränken.

Ein Studienkursus der beschriebenen Art könnte wohl eine ziemlich umfassende, lebendige und gründliche Vorbereitung einer solchen Künstlerbildung gewähren, wie sie für ein ausgedehntes praktisches Leben nöthig ist und deren weitere Ausbildung oder Vollendung für dieses Leben fast ohne Gränzen ist. Mit dieser Grundlage dürfte sich eine lebendige Kunst gewinnen lassen.

Ein solcher Kursus mögte sich in einem Zeitraum von 3 bis 4 Jahren wohl umfassen lassen, aber gewifs schon die vollste Anstrengung eines solchen erfordern der neben entschiedenem Hange für das Fach nicht ohne Talent und offenen Sinn ist. Diejenigen welche von den Verhältnifsen wie von der Natur besonders beglückt: einen längeren Zeitraum auf ihr Studium verwenden können: deren Geist sich nach reicherer Nahrung und Thätigkeit sehnt; mögen dann alle einzelnen Theile verfeinern und ausspinnen nach Belieben. Sie können die Mathematik weiter verfolgen, wozu sie schon im Kursus der Ingenieure, wo diese Wissenschaft einer weitern Ausbildung bedürfte: Gelegenheit fänden; sie mögen ausgedehnte perspectivische Bilder anfertigen, Ornamente nach allen beliebigen Manieren zeichnen, jede andere Kunstübung betreiben, in die Fächer der Ingenieure wie alles menschlichen Wissens und Könnens eindringen, ja es wird solches sehr zu wünschen und höchst empfehlenswerth sein. Doch scheint es mir durchaus nöthig die junge Kraft dahin lenken zu suchen: dafs sie zuerst Ein Ziel, ein Ganzes, auf eine solide Weise erringe; sich aber so viel wie möglich vor Zersplitterung bewahre, wozu häufig gerade die ausgezeichneten Naturen hinneigen, und so statt eines grofsen Ganzen: was im Leben würdig zählte: vielfache Halbheiten erbeuten.

Die Drehbrücke über die Peene bei Loitz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 30 und 31 im Atlas.)

Die in den Jahren 1886 und 1887 unter Leitung des Unterzeichneten an Stelle einer alten Holzbrücke neu erbaute Brücke über die Peene bei Loitz für den Strafsenverkehr ist mit massiven, auf Brunnen gegründeten Pfeilern und eisernem Ueberbau ausgeführt und hat aufser zwei Seitenöffnungen mit festen Ueberbauten in der Strommitte eine zweiarmige Drehbrücke als Schiffsdurchlafs.

Die Gründung der Strompfeiler bot mancherlei Schwierigkeiten. Der gute Baugrund lag 4 bis 5 m unter der Flufssohle und die Wassertiefe betrug unter Niedrigwasser 3 bis 4 m, sodafs die Brunnen eine Höhe von 8 bis 10 m erhalten mufsten. Die aus hartgebrannten Ziegelsteinen in reinem Cementmörtel gemauerten Senkbrunnen wurden von künstlich im Strome hergestellten Inseln gesenkt, welche bis 2 m unter N. W. aus einer freien Sandschüttung und darüber aus einem von Pfahlwänden umschlossenen Sandkasten bestanden. Die freie Sandschüttung konnte gewählt werden, weil die Strömung nur eine sehr geringe und der Querschnitt des Stromes an der Brückenbaustelle hinreichend grofs ist, sodafs durch diese künstliche, den Stromquerschnitt immerhin einengende Insel dem Abflufs des Wassers sowohl wie der Schiffahrt kein Hindernifs bereitet wurde. Die Bodenförderung beim Senken der Brunnen geschah mittels Verticalbagger. Das Senken ging anfangs schnell und leicht von statten. Nachdem aber die oberste Schlammschicht der Flufssohle durchdrungen war, wurde der Fortgang der Arbeiten sehr behindert durch Feldsteine, die in grofser Menge und zum Theil von beträchtlicher Gröfse das Flufsbett durchsetzten. Die innerhalb der Brunnen befindlichen kleineren Steine konnten mit den Verticalbaggern leicht entfernt, die gröfseren mufsten aber mit Hülfe eines Tauchers und einer umgeschlungenen Kette gehoben werden. Schwieriger war dann die Beseitigung der unter den Brunnenkränzen befindlichen Steine, auf welche das Gewicht des Brunnens drückte. Da es dem Taucher allein nicht möglich war, diese Steine zu beseitigen, so wurde die Entfernung derselben in folgender Weise bewirkt. Der Taucher machte zunächst den Stein an der Innenseite, d. h. nach der Mitte des Brunnens zu, mit einem kleinen Handspaten frei. In dieses Loch, fest an dem Stein, wurde sodann eine Dynamitpatrone eingelegt und, nachdem der Taucher wieder emporgestiegen war, von oben mittels einer elektrischen Vorrichtung entzündet. Die Wirkung des Dynamits war dann jedesmal die, dafs der Stein zersprang, und dafs aufserdem an der Innenseite des Steines ein grofses Loch im Boden entstand, in das die Steinstücke hineinfielen, die dann leicht entfernt werden konnten. Bei einem der Brunnen fand sich aber aufser diesen Feldsteinen auch noch ein senkrecht stehender Pfahlstumpf vor von 3 m Länge und 30 cm Durchmesser, und zwar unglücklicherweise gerade unter dem Brunnenkranze. Nachdem sich ein stückweises Absägen desselben für den Taucher als unmöglich herausgestellt hatte, wurde auch hier zum Dynamit gegriffen. Der Pfahl wurde zunächst vom Taucher theilweise freigegraben, dann bohrte derselbe ein Loch in den Pfahl, und in dieses wurde eine Dynamitpatrone gesteckt und entzündet. Durch die Wirkung derselben zersplitterte jedesmal ein Pfahlstück, das entfernt werden konnte, und auf diese Weise wurde schliefslich bei dem weiteren Senken des Brunnens der ganze Pfahl beseitigt. Das Dynamit hat sich hierbei als ein vorzügliches Hülfsmittel in der Noth bewährt. Die Brunnen und Brunnenkränze haben nach den Untersuchungen des Tauchers gar nicht von den Sprengungen gelitten und konnten so bis zur erforderlichen Tiefe gesenkt werden. Die Kosten der Gründung haben trotz dieser vielen und zeitraubenden Hindernisse einschliefslich aller Nebenarbeiten, Gerüste usw. doch nur 54 ℳ für 1 Cubikmeter der gesenkten Masse betragen.

Die weiteren Gründungsarbeiten, sowie auch die Ueberbauten der festen Brücken bieten nichts bemerkenswerthes. Es sollen daher hier nur unter Bezugnahme auf die Zeichnungen der Blätter 30 u. 31 die Einzelheiten der Bewegungsvorrichtung der Drehbrücke näher besprochen werden.

Die Brücke hat 2,60 m Fahrbahnbreite und zwei auf Consolen ausgekragte Fufswege, je 1 m breit. Die Entfernung der als Blechträger ausgebildeten Hauptträger von einander beträgt 2,30 m, die der dazwischen liegenden Querträger rund 3 m. Fahrbahn und Fufswege bestehen aus Bohlenbelag auf hölzernen Längsbalken. Die Drehbrücke hat bei einer Stützweite von 28,62 m eine Länge von rund 30 m und wird in geschlossenem Zustande an ihren beiden Enden und in der Mitte unterstützt. Diese Theile der Drehbrücke sind in den Abb. 1 und 2 im Längenschnitt und Grundrifs unter Fortlassung der Mittelfelder dargestellt. Das Mittellager liegt 14,81 m bezw. 13,81 m von den beiden Endauflagern und 0,50 m von der Mitte des Drehzapfens entfernt. Soll die Brücke ausgeschwenkt werden, so wird die Endunterstützung des längeren Brückenarmes entfernt und dieses Brückenende soweit gesenkt, dafs das Mittelauflager und das andere Endauflager druckfrei werden. Die Brücke legt sich dabei gleichzeitig auf den Drehzapfen und das Stützrad auf. Das Uebergewicht des längeren Brückenarmes ist so grofs gewählt, dafs auf das Stützrad eine Last von 4000 kg kommt. Zur Verhütung des seitlichen Kippens der Brücke ist zu jeder Seite des Drehzapfens ein Laufrad angebracht. Diese drei Räder laufen auf einem Schienenkranze von 1,70 m Halbmesser. Das Stützrad ist mit einer Vorrichtung versehen, um die Höhenlage desselben genau einstellen zu können. Die seitlichen Laufräder, die auch in geschlossenem Zustande der Brücke mit der Laufschiene in Berührung bleiben, sind durch Federn abgestützt, damit sie die elastischen Durchbiegungen der Hauptträger nicht hindern und nicht die Eigenschaft fester Stützpunkte annehmen. Die Federn sind für einen Druck von 2500 kg bemessen. Die Laufräder bestehen ebenso wie das Stützrad aus Gufseisen, ihre Ausbildung und Lagerung ist in den Abb. 3 und 6 dargestellt.

Der Drehzapfen (Abb. 3 bis Abb. 5) besteht aus einem unteren und einem oberen gufsstählernen Cylinder von je 80 mm Durchmesser. Der obere ist gebildet aus einer gufsstählernen Spindel mit flachem Gewinde von 160 mm äufserem und 124 mm Kerndurchmesser und ist am unteren Ende kugelförmig abgerundet; der untere Zapfen, der als Pfanne dient und zu dem Zwecke kugelschalenförmig ausgedreht ist, ist mit seinem unteren ganz schwach verjüngten Ende in einen gufseisernen Bock eingelassen. Zur unverrückbaren Lage desselben trägt aufser dem genauen Einpassen in den Lagerbock und der dadurch hervorgerufenen Reibung noch eine Stellschraube bei. Das etwaige Herausnehmen des unteren Zapfens geschieht durch Eintreiben eines Keils in den Lagerbock. Die Spindel des oberen Zapfens ist in ein Querhaupt aus Gufsstahl mit entsprechend ausgedrehtem Schraubengewinde eingelassen und endigt oben in eine achtseitige Säule, um welche sich ein gufseiserner festgeschraubter Schuh legt, sodafs eine Bewegung der Spindel nicht eintreten kann. Das Querhaupt ist mit je drei Stahlschrauben von 38 mm Kern- und 44 mm äufserem Durchmesser auf den kleinen Zapfenträgern befestigt. Die Berichtigung der Höhenlage des oberen Zapfens geschieht in der Weise, dafs nach Abheben des oberen Schuhes die Spindel mit einem Schlüssel gedreht wird. In eingeschwenktem Zustande der Brücke soll der Spielraum zwischen Pfanne und Zapfen 1,5 mm betragen. Das Oelen des Zapfens geschieht von oben durch ein durch die Spindel gebohrtes Loch.

Die Regulirungsvorrichtung des Stützrades ist in ähnlicher Weise ausgebildet, wie aus den Zeichnungen Abb. 8 bis Abb. 11 ersichtlich. Die Achshalter bezw. Achsstützen sind an einem Querhaupt befestigt, welches als Mutter geformt ist und auf einer Schraubenspindel sitzt, durch deren Drehung ein Heben oder Senken des Stützrades ermöglicht wird.

Die Anhebevorrichtung (Abb. 12 bis Abb. 18). Um die Brücke von den Lagern abheben zu können, ist in Verlängerung des längeren Brückenarmes unter dem Ueberbau in zwei Lagerböcken eine Welle gelagert, auf welcher in der senkrechten Ebene zweier kleinen, in 0,50 m Abstand angeordneten Längsträger zwei Daumen sitzen. An dem längeren Arme der Daumen sind einfache Ketten befestigt, die mit ihrem anderen Ende um zwei Kettenscheiben geschlungen sind, sodafs beim Aufwickeln der Kette die längeren Arme der Daumen gehoben werden und die kürzeren das Brückenende heben bezw. bei Abwicklung der Kette ein Senken gestatten, sobald die Pendelstützen ausgedreht sind. Die Kettenscheiben sind auf einer längeren Welle befestigt, auf dieser sitzt ein grofses Zahnrad mit daran befestigtem Gegengewichte, und in das grofse Zahnrad greift ein einfaches Vorgelege mit Spill- und Sperrrad. Die Handhabung der Vorrichtung beim Aus- und Einschwenken der Brücke ist also folgende:

Sobald der Brückenwärter das Ausschwenken vorzunehmen beabsichtigt, dreht er zunächst das Spillrad eine kurze Zeit entgegengesetzt der Bewegung des Zeigers einer Uhr. Hierdurch wird das längere Brückenende etwas angehoben, welche Arbeitsleistung durch den Einflufs des an dem grofsen Zahnrade befestigten Gegengewichtes unterstützt wird; die Pendel heben sich von den Lagerplatten ab und schwingen frei in ihren Lagerbolzen. Der Brückenwärter sperrt nun vermittelst der Hebelvorrichtung sowie des Sperrrades die Winde. Der Hebel bewegt einen in einem unwandelbar geführten Gleitstücke festgelagerten Zahnzapfen, der in wagerechter Richtung verschoben in das Zahngetriebe des Sperrrades tritt und dieses feststellt, hierdurch gleichzeitig die ganze Vorrichtung in ihrer augenblicklichen Stellung und somit den Brückenarm in gehobenem Zustande erhaltend. Nun bewegt der Wärter den mit den Pendeln verbundenen Hebel, der mittels einer Zugstange an einem seitlich vortretenden Arme der Pendel angreift. Die Arme beider Pendel sind durch eine Welle fest mit einander verbunden und so zu gleichmäfsiger Bewegung gezwungen. Durch das Anheben des Hebels werden die Pendel um 90° gedreht. Auf der durch den Hebel in Drehung gesetzten Welle sitzen in der Mitte der Brücke zwei Winkelhebel, die je einen in einer Hülse gelagerten Riegel schieben. Diese Riegel werden bei dem beschriebenen Vorgange gleichzeitig ausgelöst. Der Wärter löst darauf wieder die Sperrvorrichtung der Winde und dreht das Spillrad in entgegengesetzter Richtung, der Brückenarm fängt an zu sinken, während das Gegengewicht steigt, so lange, bis der obere Cylinder des Drehzapfens sich auf den unteren auflegt und das Stützrad sich auf die Laufschiene aufsetzt, wobei gleichzeitig die Brücke sich von dem Mittel- und dem anderen Endauflager abhebt. Sobald die Brücke frei schwebt, sperrt der Wärter die Winde wieder und schwenkt dann mittels der in Abb. 19 und 20

dargestellten Drehvorrichtung auf dem Drehpfeiler die Brücke aus, indem er den Schlüssel auf die Achse des Zahngetriebes aufsetzt und bei entsprechender Drehung desselben das Getriebe längs des Zahnkranzes fortbewegt. Beim Einschwenken der Brücke wiederholen sich dieselben Vorgänge in umgekehrter Reihenfolge. Die ganze Arbeit ist von einem Manne bequem zu leisten, und das Ausdrehen bezw. Eindrehen der Brücke erfordert jedesmal nur einen Zeitaufwand von rund 3 Minuten.

Das Hebewerk ist so gebaut, dafs das Gegengewicht einen doppelt so grofsen Winkel beschreibt, als die Daumenrollen, wodurch mit einem unveränderlichen Gegengewichte ein stetes Gleichgewicht erreicht wird, sodafs beim Heben oder Senken der Brücke mit der Winde nur die Reibungswiderstände zu überwinden sind. Um ein leichteres Abheben der Brücke beim Senken des längeren Armes vom Mittelauflager (das in Abb. 21 noch besonders gezeichnet ist) zu erzielen, sind die Lagerplatten desselben in der Trägerrichtung gekrümmt. Die Endauflager am kürzeren Brückenarme sind sattelförmig gebaut. Die an der unteren Gurtung des Hauptträgers festgeschraubte Druckplatte legt sich mit einer entsprechenden Einsattelung von 35 mm Höhe über das Sattelstück des Lagers, wie aus Abb. 7 zu ersehen. Es ist dadurch eine genaue und unveränderliche Lage des Brückenendes gesichert. Die Mittellager und diese Endauflager sind durch Keile verstellbar.

Ueber die Gewichte der einzelnen Theile der Dreh- und Hebevorrichtung sowie der Lager mögen hier noch nachstehende, nach den verschiedenen Metallsorten getrennte Angaben Platz finden, die durch Nachwiegen der einzelnen Theile genau ermittelt sind und bei der Aufstellung eines Kostenanschlages als Anhalt dienen können.

Nr.	Gegenstand	Schmiedeeisen kg	Stahl kg	Gufseisen kg	Rothgufs kg
1	Drehzapfen nebst Querhaupt, Spindel, Königsstuhl, Schrauben usw.	24,2	417	537	—
2	Mittellager nebst Steinschrauben	98,7	—	338	—
3	Laufschiene nebst Laschen, Schrauben, Unterlags- und Klemmplatten	391,0	—	—	—
4	Zahnkranz nebst Schrauben	14,0	—	257	—
5	Getriebe zum Ausdrehen der Brücke nebst Schlüssel, Lager und Schrauben	52,0	—	35	2,0
6	Stützrad nebst Stellvorrichtung usw.	166,7	24	275	12,0
7	Lauträder nebst Druckfedern, Lager, Schrauben usw.	281,0	48	618	5,8
8	Pendel mit Lager und Schrauben, Zugstange, Welle, Handhebel und Verriegelung	231,5	—	227	—
9	Daumen nebst Welle, Ketten, Doppellager und Schrauben	125,0	64	190	6,0
10	Kettenscheiben nebst Triebwelle, Doppellager und Schrauben	337,0	—	67	6,0
11	Winde nebst Spillrad, Zahnräder, Sperrvorrichtung, Lager der Kettenscheibenwelle, Gegengewichtsstange usw.	78,0	—	382	5,3
12	Auflager am kürzeren Brückenarme nebst Schrauben	93,6	—	256	—
	zusammen	1892,7	553	3182	37,1

Th. Janſsen.

Anlage von Stauweihern in den Vogesen und Bau des Stauweihers im Alfeld.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 32 und 33 im Atlas.)

I. Allgemeines.

Die Frage der Anlage von Stauseen zum Zwecke der Verstärkung der Niederwasserstände der Flüsse im Interesse einer wirksameren Ausnutzung derselben für Gewerbe und Landwirthschaft ist in Deutschland noch verhältnifsmäfsig neu. Die wenigen vorhandenen Anlagen dieser Art sind meist unbedeutende, für örtliche Zwecke ausgeführte Fabrikweiher, welche weder vom technischen, noch vom volkswirthschaftlichen Gesichtspunkte eine aufsergewöhnliche Beachtung verdienen und nach keiner Richtung hin mit den in Spanien, Frankreich und Belgien ausgeführten Bauten ähnlicher Art verglichen werden können. Warum das so gekommen, läfst sich allgemein wohl kaum beantworten. Es liegen indessen in Deutschland mehrfach Verhältnisse vor, welche eine theilweise Erklärung der Thatsache immerhin gestatten. Zunächst hat sich die Gewerbthätigkeit in den gebirgigen Gegenden, also da, wo die Gefällverhältnisse die Anlage von Stauweihern vortheilhaft machen und die Bodenbeschaffenheit dieselbe ermöglichen würde, mehrfach in der Nähe der grofsen Kohlenbezirke entwickelt, wie dies namentlich in Schlesien, Westfalen und der Rheinprovinz zu finden ist. In solchen Lagen hat die anwachsende Gewerbthätigkeit ihre neuen Triebkräfte in erster Reihe durch Ausnutzung der billigen Brennstoffe gewonnen und daher nicht das unbedingt zwingende Interesse an einer Verstärkung der Wasserkräfte gehabt, welches anderwärts schon frühzeitig zur Anlage von Stauseen geführt hatte. Was sodann das deutsche Tiefland betrifft, welches in einzelnen Gegenden der Sitz bedeutender gewerblicher Unternehmungen ist, so fehlt es dort zunächst an den zur Anlage von Stauseen erforderlichen Thalbildungen; aufserdem ist aber das Gefälle der Wasserläufe so gering, dafs nur mit grofsen Wassermengen eine nennenswerthe mechanische Triebkraft erzeugt werden kann. Hier sind also schon die natürlichen Voraussetzungen für eine nutzbringende Ausführung solcher Anlagen nicht vorhanden. Auch die Interessen der Bewässerung, so wichtig dieselben in einzelnen Landstrichen Deutschlands sind, hängen nicht in dem Mafse mit der Ausnutzung der Niederwasserstände der Flüsse zusammen, wie das in wärmeren Ländern der Fall ist, da bekanntermafsen der Werth der Niederwasser für die Bewässerung mit der Wärme des Klimas und des Bodens zunimmt. Nur in wenigen Gegenden Deutschlands sind diese Verhältnisse derart, dafs die Anfeuchtung der Wiesen während der Dauer der sommerlichen Niederwasser von entscheidendem Einflufs auf den ganzen Ernteertrag ist und dafs man in dieser Zeit mit verhältnifsmäfsig kleinen Wassermengen eine aufserordentliche Steigerung des Ertrages erreichen kann. Wo aber solche Bedingungen vorliegen, wie

z. B. an manchen Orten des Grofsherzogthums Baden, sind dann häufig die natürlichen Abflufsverhältnisse der Wasserläufe günstig, sodafs eine Verstärkung der Niederwasser nicht dringend nothwendig ist, da dieselben in normalen Jahren dem Bedürfnifs genügen. Schliefslich ist noch zu beachten, dafs infolge der bedeutenden Kosten, welche solche Bauwerke verursachen, ihre Anlage in der Regel nur dann einen reichlichen Nutzen abwerfen wird, wenn sie neben der Landwirthschaft noch einer entsprechend entwickelten Industrie zugute kommen oder zu anderen Zwecken, wie z. B. Wasserversorgung von Städten, Canalspeisungen usw., benutzt werden können. Unter solchen Voraussetzungen scheint in neuester Zeit in verschiedenen Theilen Deutschlands, namentlich am Niederrhein und im Königreich Sachsen, die Ausführung von Stauseen und zwar zu gewerblichen und gesundheitlichen Zwecken in Anregung gebracht worden zu sein.

II. Wasserverhältnisse im Elsafs.

Als im Elsafs Untersuchungen über die Zweckmäfsigkeit der Anlage von Stauseen seitens der deutschen Verwaltung vorgenommen wurden, fanden sich die erwähnten natürlichen Bedingungen vor, welche solche Unternehmungen nutzbringend machen. Weit abgelegen von den mitteleuropäischen grofsen Kohlenbezirken hat sich die gewerbliche Thätigkeit des Oberelsafs zuerst da angesiedelt, wo sich die Triebkraft von Bächen und Flüssen mit starkem Gefälle nutzbar machen liefs, nämlich in den Gebirgsthälern der Vogesen und an der Ausmündung derselben in die Rheinebene. Man erwarb einen Theil der bestehenden Triebwerke mit den zugehörigen Nutzungsrechten am Wasser, welche den Wässerungsberechtigten gegenüber durch alte Verordnungen oder durch Ortsgebräuche geregelt waren. Nun ist aber die Wassernoth bei Niederwasser im Elsafs immer eine Landplage und von altersher die Ursache gewesen von endlosen Streitigkeiten zwischen Müllern und Landwirthen. Wir besitzen Jahrhunderte alte Verordnungen, welche von verschiedenen Landesherren im Elsafs zu dem Zwecke erlassen worden sind, diese Streitigkeiten aus der Welt zu schaffen, was aber immer nur für eine kurze Zeit gelungen ist. Die wirthschaftliche Entwicklung des Landes hat die Ansprüche an die Wassernutzung von Jahr zu Jahr gesteigert, und so ist es gekommen, dafs die Schwierigkeit der Vertheilung der Niederwasser in den Vogesenthälern stets zunahm und damit die Streitigkeiten zwischen den verschiedenen Gruppen der Nutzungsberechtigten immer schärfer wurden. Dafs diese Schwierigkeiten, deren letzte Ursache in den ungünstigen Wasserverhältnissen der Vogesenflüsse zu suchen ist, so grofs wurden und dafs sie durch örtliche Mittel nicht beseitigt werden konnten, hat seinen Grund in allgemeinen Verhältnissen, welche zunächst kurz besprochen werden sollen.

Bei den Vogesen zeigt sich die bei allen mitteleuropäischen, von Süden nach Norden streichenden Gebirgsstöcken beobachtete Thatsache, dafs die jährlichen Niederschläge auf den Ostabhängen kleiner sind, als auf den Westabhängen. Die vom Westwind zugeführte, wassergesättigte Luft tritt, am Westabhange des Gebirges aufsteigend, unter einen geringeren Luftdruck; sie dehnt sich aus und hierdurch wird ein Theil ihrer Wärme gebunden. Die Folge davon ist eine vermehrte Ausscheidung von Wasser in Gestalt von Regen und Schnee. Beim Herabsteigen des Luftstromes längs der Ostabhänge des Gebirges dagegen tritt wieder eine Verdichtung der Luft ein; die Erwärmung derselben steigert sich und ihre Fähigkeit, Wasserdämpfe aufzunehmen, wird infolge davon vergröfsert. Die atmosphärischen Niederschläge erleiden also am Ostabhange eine Verminderung, und hierin liegt ohne Zweifel eine der Ursachen der vergleichsweise ungünstigen Bewässerungsverhältnisse der elsässischen Thäler. Gleichwohl sind bei der bedeutenden Höhe der Vogesen, bei welchen die jährliche Regenmenge mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel wächst, die Niederschlagsmengen nicht so beträchtlich kleiner, als z. B. am Westabhange des Schwarzwaldes, dafs sich aus diesem Unterschiede allein die starke, sofort erkennbare Verschiedenheit der Niederwassermengen der von den beiden Abhängen der Rheinebene zufliefsenden Wasserläufe erklären liefse. Es wirken hierbei, besonders für die oberelsässischen Zuflüsse, noch andere, wesentlich ins Gewicht fallende Umstände mit. Dies sind namentlich die Kürze und Steilheit der Thäler und die Art, wie sich der Gebirgsstock aufbaut. Letzterer besteht vorzugsweise aus krystallinischen Massengesteinen: Granit, Granitit und Syenit, sowie aus Grauwacke und Schiefer. Die harten, witterungsbeständigen Felsarten sind hier trotz ihrer schiefrigen Beschaffenheit nur wenig von tiefergehenden Spalten durchzogen und im allgemeinen für die Quellenbildung ungünstig. Hierzu kommt, dafs der westliche, französische Abhang flach, der östliche, gegen die Rheinebene abfallende dagegen steil und gröfstentheils felsig ist. Hier ergiefsen sich deshalb die Niederschläge sehr rasch zu Thal und erzeugen schnell anlaufende, verhältnifsmäfsig bedeutende Hochwasser von kurzer Dauer.

Auch die zwischen dem eigentlichen Gebirgsstock und der Rheinebene gelegenen Vorberge bieten für den Wasserabflufs unvortheilhafte Verhältnisse dar. Diese vorgelagerte Hügelkette besteht aus Lias, Jura, Tertiärgesteinen, Buntsandstein und Muschelkalk. Die Lagerung der Massen ist eine durchaus unregelmäfsige und dieselben sind infolge der überaus zahlreichen Verwerfungsspalten in hohem Grade durchlassend. So kommt es, dafs das nicht sofort abfliefsende Wasser der Niederschläge sich sehr rasch in die Tiefe versetzt und erst als Grundwasser in der Rheinebene wieder zum Vorschein gelangt. Eine Quellenbildung in den Vorbergen selbst ist deshalb nur an wenigen Punkten möglich.

Die Rheinebene endlich, welche die Vogesenflüsse in ihrem unteren Laufe durchziehen, besteht hauptsächlich aus diluvialen Ablagerungen von Gerölle, Kies, Sand, Lehm und Löfs. In diesen Untergrund haben die Flüsse, welche aus den Gebirgsthälern hervorkommen, ihr Bett eingegraben und das Land innerhalb der von ihnen ausgebildeten Hochgestade und darüber hinaus bis an die Grenzen ihres gröfsten Ueberschwemmungsgebietes mit alluvialen Ablagerungen von Schlamm oder Gerölle bedeckt. Correctionen an diesen unteren Strecken der Flüsse von ihrem Austritt aus den Vogesen bis zur Vereinigung mit der Ill sind noch wenige ausgeführt. Der Flufs ändert deshalb bei jedem Hochwasser theilweise seinen Lauf und verursacht Verwerfungen der die Ufer begrenzenden Ablagerungen und infolge davon starke Kiesbewegungen. Die natürliche Dichtung, welche ein festliegendes Flufsbett auch im durchlässigsten Boden stets nach einiger Zeit ausbildet, kann aus diesem Grunde hier nicht eintreten und die Folge davon ist, dafs bei Niederwasser ein Theil des Zuflusses, welcher aus dem Gebirge herab-

kommt, auf diesen unteren Flufsstrecken durch Einsickerung verloren geht.

Die auf den angeführten Eigenthümlichken des Landes beruhende Wasserarmuth der Bäche und Flüsse während des Sommers ist, wie oben erwähnt, schon seit Jahrhunderten empfunden worden, und man hat sich zunächst die Frage vorgelegt, ob nicht durch eine Verstärkung der Bewaldung eine Besserung erreicht werden könnte. Ob und wie weit der Umfang der Bewaldung eines Flufsgebietes auf den Verlauf der Hochwasser des Flusses vortheilhaft oder nachtheilig einwirkt, läfst sich nach dem jetzigen Stande der Untersuchungen auf diesem Gebiete noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Es scheint indessen, dafs die Bewaldung in der Regel eine Verminderung der gewöhnlichen Hochwasser herbeiführt, dagegen, namentlich bei ausgedehnten Flufsgebieten, eine Verstärkung der grofsen Hochwasser zur Folge haben kann. Ganz unzweifelhaft dagegen und unbestritten ist die vortheilhafte Einwirkung der Bewaldung auf die Verstärkung der Niederwasserstände der Flüsse.

In den Vogesen haben sich nun im Laufe der Zeit die Verhältnisse so gestaltet, dafs von den Thälern ausgehend das Ackerland und die Wiesen auf Kosten der Wälder sich zum Theil auf beträchtliche Höhe nach den Hängen der Berge zu ausgedehnt haben, deren obere Lagen da, wo eine Erdschicht den Felsen bedeckt, grofsentheils als Viehweiden angelegt sind. Der Waldbestand der Vogesen war, soweit frühere Nachweisungen vorliegen, zu Anfang dieses Jahrhunderts am schwächsten. Seit dieser Zeit ist man mit Erfolg thätig gewesen, die vorhandenen Waldbestände zu sichern und an geeigneten Stellen neue Anpflanzungen aufzubringen, und in dieser Richtung kann und wird ohne Zweifel noch manches erreicht werden. Gleichwohl mufs die Frage, ob durch solche Wiederaufforstungen die erforderliche Verstärkung der Niederwasserstände der Flüsse erreicht werden könnte, entschieden verneint werden. Die Grenze der Neuanpflanzungen ist für diesen Zweck nach jeder Richtung hin zu eng gezogen. Nach der Seite des angebauten Landes ist eine Ausdehnung der Waldgrenzen ausgeschlossen, denn eine Einschränkung dieser Bodenflächen, von welchen die ansässige Bevölkerung zu leben hat, kann selbstverständlich nicht in Frage kommen. Aber auch vom Weideland selbst wird im besten Falle nur ein verhältnifsmäfsig kleiner Theil in Wald verwandelt werden können und diese Umwandlung wird, wenn sie volkswirthschaftlich richtig durchgeführt werden soll, lange Zeiträume erfordern. Hier wird immer beachtet werden müssen, dafs auf der Weidewirthschaft der Wohlstand eines grofsen Theiles der Bevölkerung der oberen Vogesenthäler beruht. Nun hat aber die Aufforstung von Oedländereien in gröfserem Umfange unfehlbar eine Beschränkung der Weideflächen zur Folge, und diese Beschränkung ist, wenn eine ernste Schädigung der Landwirthschaft in den betreffenden Gemeinden vermieden werden soll, nur ausführbar in Verbindung mit einer allmählichen Aenderung des landwirthschaftlichen Betriebes in dem Sinne, dafs eine intensive Wirthschaft an Stelle der bisherigen extensiven gesetzt wird. Mit anderen Worten: Da man der Bevölkerung, soweit sie von der Weidewirthschaft lebt, die Mittel zu ihrem Unterhalt nicht entziehen darf, so müfste ihr die Möglichkeit gegeben werden, in dem Mafse, als die Weideflächen eingeschränkt werden, das übrig bleibende Land derart zu bewirthschaften, dafs sie im Stande wäre, ihr Vieh nach wie vor zu unterhalten. Sie würde daher nach Durchführung der Bewaldung den besser gelegenen Theil des Weidelandes bebauen, düngen und zum Gras- und Futterbau benutzen müssen, d. h. sie würde genöthigt sein, an Stelle der Weidewirthschft theilweise die Stallfütterung einzuführen.

Das Gefühl der Nothwendigkeit solcher Aenderungen des Wirthschaftsbetriebes als einer Folge der Aufforstung von Weideländereien in gröfserem Umfange ist die Hauptursache des Widerstandes der Grundbesitzer gegen derartige Mafsregeln. Sie gehorchen einem richtigen Gefühl, wenn sie Vorschlägen, welche diese Folgen nicht vorgesehen haben, Widerstand leisten. Diese Folgen gehen aber sehr weit. Der Grundbesitzer, welcher an Stelle der Weidewirtschaft theilweise Stallfütterung einführen will, mufs nicht nur seiner bisherigen, in Fleisch und Blut übergegangenen Wirthschaftsweise entsagen und sich in eine neue Form des landwirthschaftlichen Betriebes einleben, sondern er mufs gleichzeitig seine Stallungen und Futterräume umbauen und erweitern, seine Ackergeräthe und Betriebsmittel vermehren und sein Betriebscapital erhöhen. — Es ist klar, dafs alles dieses selbst im besten Falle lange Zeit erfordert und nur ganz allmählich durchgeführt werden kann.

Diese Verhältnisse lassen erkennen, dafs die Aufforstung der Berge als Mafsregel zur Herbeiführung einer wirksamen Aenderung der Abflufsverhältnisse der Wasserläufe bei den in den Vogesen vorliegenden Wirthschaftsbedingungen nicht in Rechnung gesetzt werden kann.

III. Gegenwärtige Wassernutzung.

Die Grundlage für die bestehende Wassernutzung bilden, wie erwähnt, in der Regel alte Verordnungen. Dieselben haben meist den Zweck gehabt, den Uebergriffen der Wiesenbesitzer in wasserklemmer Zeit entgegenzutreten. Sie erkennen das Recht der Mühlen, das vorhandene Wasser im ganzen Umfange ihres Bedarfes zur Verfügung zu haben, an und gestatten die Wässerung nur insoweit, als dieser Bedarf gedeckt ist. Auf den ersten Blick könnten diese Grundsätze überraschen. Um jedoch zu verstehen, aus welcher Anschauung sie hervorgegangen sind, darf man nicht vergessen, dafs diese kleinen Mühlen in jener verkehrsarmen Zeit in landwirthschaftlicher Beziehung eine viel gröfsere Bedeutung hatten als heute. Das Getreide wurde meist da verbraucht, wo es gewachsen war, und, um es verbrauchen zu können, mufste es an Ort und Stelle gemahlen werden. Ein Ersatz aber für das Wasser zum Betrieb der Mühlen war nicht vorhanden, denn die Ausnutzung des Dampfes als Triebkraft hatte noch keine praktische Anwendung gefunden. Auf der andern Seite war der Werth des Fleisches ein viel geringerer, und infolge davon die Futtergewinnung weniger wichtig für die Landwirthschaft als heute. So erklärt es sich ohne Mühe, dafs man in jener Zeit den ungestörten Betrieb der Mühlen für die Landwirthschaft viel höher anschlug als die Bewässerung der Wiesen.

In der Zeit, in welcher sie geschaffen worden sind, mögen diese Verordnungen die Frage in befriedigender Weise gelöst haben; seither haben sich aber die Verhältnisse wesentlich geändert. Die an Stelle der Mühlen entstandenen Fabriken benutzten das Wasser in erster Linie als mechanische Triebkraft. Während aber seiner Zeit der Mühlenbetrieb nicht während des ganzen Jahres ununterbrochen fortgesetzt wurde, ist der Fabrikant genöthigt, jede Unterbrechung der Arbeit zu vermeiden. Er kann sich auch in den meisten Fällen nicht mehr, wie das

früher bei den Müllern der Fall war, mit einer nur theilweisen Ausnutzung der Mittel- und Niederwasser begnügen, sondern ist auf den vollen Bezug derselben angewiesen, da er sie nicht nur als Triebkraft, sondern aufserdem zu verschiedenen anderen Zwecken verwendet. Zunächst wird das Wasser zur Kesselspeisung und Condensation gebraucht und ist als solches bei manchen Werken kaum zu ersetzen. Ferner findet es in den zahlreichen Baumwollspinnereien, Webereien und Färbereien eine anderweitige sehr ausgedehnte und wichtige Verwendung. Die Schlichte des rohen Kattuns mufs zur Gährung gebracht und sodann ausgewaschen werden. Vor und nach dem Drucken der Zeuge müssen die Befestigungs- und Aetzbeizen aufgebracht und wieder ausgewaschen werden; andere Zeuge und auch Garne müssen gebleicht werden, wieder andere werden gefärbt. Zu allen diesen Bearbeitungen sind grofse Mengen weichen Wassers nothwendig und das vielfach kalkhaltige Brunnenwasser ist hierzu häufig nicht minder ungeeignet, als das aus dem Kalkgebirge entspringende Wasser der Ill.

Während so auf der einen Seite die gewerbliche Ausnutzung der Niederwasser beständig gesteigert wurde, ist auch auf der andern Seite der Werth derselben für die Bewässerung in dem Mafse gewachsen, als die Bewirthschaftung des Bodens, der Zunahme der Bevölkerung und den Fortschritten des landwirthschaftlichen Betriebes entsprechend, mehr und mehr eine intensive wurde. Der Wettbewerb des Auslandes weist heute den Landwirth darauf hin, aus seinem Grund und Boden möglichst viel herauszuziehen, und da die Viehzucht sich als besonders ertragsfähig gezeigt hat, so ist die Ausnutzung der Wiesen immer werthvoller, und das wirksamste Mittel, dieselbe zu fördern, d. i. die Bewässerung, immer wichtiger geworden.

Für den Erfolg der Bewässerung aber sind im Elsafs, abweichend von den Verhältnissen in einem grofsen Theile des übrigen Deutschlands, gerade die Niederwassermengen der Flüsse von entscheidendem Einflufs. Nach den Erfahrungen der letzten fünfzig Jahre hat sich hier eine feste Norm bezüglich des Wasserbedarfs der Wiesen für die Bewässerung ausgebildet, und diese Norm wird schon seit Jahrzehnten bei Ertheilung von Wässerungermächtigungen der Berechnung der zu bewilligenden Wassermenge zu Grunde gelegt. Hiernach beträgt der Wasserbedarf bei Mittel- und Niederwasser für ein Jahr und Hektar im Mittel 8000 cbm, welche auf drei Wässerungsperioden vertheilt werden, nämlich: eine Frühjahrswässerung im April, eine Sommerwässerung im Juni, Juli und August und eine Herbstwässerung im September, October und November. Für die dritte Wässerung wird aufserdem die unbeschränkte Benutzung der Hochwasser gestattet.

Die Frühjahrs- und Sommerwässerung haben ausschliefslich den Zweck der Anfeuchtung und Belebung der Pflanzenwurzeln, während die Herbstwässerung dem Boden die nöthigen Düngstoffe zuführen mufs und deshalb, wenn sie wirksam sein soll, eine gleichzeitige Ausnutzung der Hochwasser voraussetzt. Im allgemeinen läfst sich sagen, dafs die Spätjahrshochwasser fast regelmäfsig eintreten, und dafs in dieser Jahreszeit eine Ausnutzung der Mittel- und Niederwasser der Flüsse zur Bewässerung nur selten und dann während einer kurzen Zeit erforderlich ist. Schon ungünstiger steht es mit den Frühjahrswässerungen, welche in trockenen Jahren öfters mangelhaft sind. Weitaus am ungünstigsten aber und in vielen Fällen entscheidend für die Wirkungslosigkeit der ganzen Bewässerung sind die Verhältnisse während der Zeit der Sommerwässerungen. Selbst eine reichliche Düngung durch die Spätjahrshochwasser kann nicht verhindern, dafs infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse im Frühjahr der Heuertrag gering wird; folgt alsdann noch ein heifser und trockener Sommer, und ist man aufser Stande, zwischen Heu- und Grummeternte zu bewässern bezw. anzufeuchten, so geht auch der Grummet verloren, und der ganze Ertrag der Wässerungsanlage ist vernichtet. Kann man dagegen infolge der Verstärkung der Niederwasser während der Zeit zwischen Heu- und Grummeternte unter allen Umständen über eine für die Anfeuchtung genügende Wassermenge verfügen, so ist das gleichbedeutend mit einer Sicherung des ganzen Ernteertrages; denn was am ersten Schnitt ausgeblieben ist, läfst sich alsdann am zweiten nachholen. Das Wohl und Wehe der Landwirthschaft in den Thälern und in der Ebene hängt deshalb zu einem grofsen Theile ab von der Möglichkeit einer Ausnutzung der Niederwasser.

IV. Bisherige Abhülfmafsregeln.

Es ist begreiflich, dafs diese Zustände mit Nothwendigkeit zu Mafsregeln drängten, welche geeignet waren, eine Verstärkung der Niederwasser der Flüsse herbeizuführen.

Die geldkräftige Industrie ist in ihrem Interesse zuerst praktisch vorgegangen und fand hierbei den einzuschlagenden Weg von der Natur vorgezeichnet. In den oberen Thälern der Vogesen giebt es eine Reihe von natürlichen Seebecken, welche nach den neueren geologischen Forschungen nicht durch Auswaschungen, sondern durch die gewaltigen Senkungen entstanden sind, welche bei Bildung der oberen Rheinebene zwischen dem Kamme des Schwarzwaldes und der Vogesen stattgefunden haben. Sie enthalten zum Theil heute noch natürliche Seen, wie der Weifse See, der Schwarze See, der Darensee, der Sternsee, der Sewensee und andere, zum Theil aber sind sie durch die von den Hochwassern herangeführten Geschiebe und durch erdige Ablagerungen ausgefüllt worden und bilden jetzt Weideland.

In diesen Seebecken hat man, zum Theil schon vor langer Zeit, da und dort künstliche Wasseranstauungen ausgeführt; hierbei hat man in der Regel die noch vorhandenen Seen benutzt, indem man sie weiter ausbaute. Die älteste derartige Anlage ist wahrscheinlich die Anstauung des Belchensees, welche durch den Festungserbauer Vauban ausgeführt wurde. Als derselbe die Festung Neu-Breisach erbaute, legte er, da für die Fortschaffung der Baustoffe aus dem Gebirge geeignete Strafsen nicht vorhanden waren, einen Schiffahrtscanal an, und bildete durch Anstauung des Belchensees einen Speisebehälter für diesen Canal. Nachdem ein Hochwasser die durch Vauban in ursprünglichster Form ausgeführte Anlage zu Ende des vorigen Jahrhunderts zerstört hatte, wurde in den fünfziger Jahren durch die Gewerbtreibenden des Lauchthales eine neue Stauanlage hergestellt, welche bis heute von denselben unterhalten wird. Auch die übrigen Anlagen dieser Art sind von den Gewerbtreibenden der betreffenden Thäler erbaut worden. Dieselben haben durch Staudämme und regulirbare Ablafsvorrichtungen den Weifsen See und den Schwarzen See im Weifsthale, den Darensee und Forellenweiher im Fechtthale, den Sternsee und die beiden Neuweiher im Dollerthale in Stauweiher umgewandelt, welche zum Theil von beträchtlicher Gröfse sind. Alle diese Anlagen haben sich nicht nur für ihre Erbauer als aufserordentlich nutzbringend erwiesen, sondern zum Theil auch in

ihren Wirkungen erkennen lassen, dafs es möglich sein würde, durch Vermehrung derselben und entsprechende Handhabung des Betriebes eine wirksame Verstärkung der Niederwasserstände und damit eine durchgreifende Verbesserung der Grundlagen des gewerblichen und landwirthschaftlichen Betriebes herbeizuführen. Die Bemühungen, welche zu französischer Zeit gemacht worden sind, um solche Unternehmungen in derjenigen Ausdehnung ins Leben zu rufen, welche ihnen den Charakter eines öffentlichen Landesinteresses in obigem Sinne gegeben hätte, sind mangels einer thatkräftigen Unterstützung durch die damalige Regierung gescheitert.

In dieser Richtung sind namentlich zwei Versuche zu erwähnen. In den vierziger Jahren liefsen Gewerbtreibende des Fechtthales durch den derzeitigen Oberingenieur Baumgarten Entwürfe zur Anlage mehrerer Stauweiher ausarbeiten. Ueber diese Entwürfe, welche übrigens technisch in hohem Grade mangelhaft waren, wurden im Jahre 1851 mit den betreffenden Gemeinden und sonst Betheiligten Verhandlungen gepflogen. Aber die landwirthschaftliche Bevölkerung, welche infolge der fortwährenden Streitigkeiten über die Wasserbenutzung gegen jede von den Gewerbtreibenden angeregte Aenderung der bestehenden Verhältnisse mifstrauisch war, verhielt sich von vornherein ablehnend. Sodann lag eine grofse Schwierigkeit darin, einen geeigneten Mafsstab für die Vertheilung der Baukosten auf die verschiedenen Theilnehmergruppen zu finden. Es war in Vorschlag gebracht worden, dafs von den Gewerbtreibenden des Fechtthales $^4/_7$, von der Stadt Colmar $^1/_7$, von dem Bezirk $^1/_7$ und von dem landwirthschaftlichen Ministerium $^1/_7$ der Kosten aufgebracht werden sollten. Die betreffenden Verhandlungen zogen sich aber sehr in die Länge und kamen schliefslich, wahrscheinlich infolge der eingetretenen politischen Ereignisse (Staatsstreich) ganz ins Stocken. Ein weiterer auf Anregung der Gewerbtreibenden des Thurthales angefertigter Entwurf, welcher die Anlage von Stauweihern in der dortigen Gegend umfafste, und der Regierung von dem Oberingenieur im Jahre 1863 vorgelegt worden war, hatte keinen besseren Erfolg und die Bestrebungen in dieser Richtung waren damit im Lande vollständig ins Stocken gerathen. Erst unter der deutschen Regierung, im Jahre 1875, wurden sie wieder aufgenommen und zwar diesmal auf Anregung der Verwaltung. Die Veranlassung war folgende: Der südlichste der von dem Gebirgsstock der Vogesen herabkommenden Nebenflüsse der Ill, die Doller, hat für die Entwicklung der Mühlhauser Gewerbthätigkeit eine hervorragende Bedeutung. Sie entspringt am Fufse des Elsässer Belchens, durchfliefst das Thal von Mafsmünster und vereinigt sich 2 km unterhalb Mühlhausen mit der Ill. Nach ihrem Austritt aus dem Gebirge wird sie in zwei gröfseren, vor Jahrhunderten zum Zwecke der Bewässerung und des Mühlenbetriebes von Menschenhand angelegten Canälen abgeleitet: dem Steinbächlein bei Burnhaupt und dem Dollerbächlein bei Lutterbach. Von diesen beiden Abzweigungen ist die wichtigste das Steinbächlein. Dasselbe wird 15 km oberhalb der Stadt Mühlhausen auf dem rechten Ufer aus der Doller abgeleitet und durchfliefst, gleichlaufend mit dieser, in einer mittleren Entfernung von 1 km ein fruchtbares, von frühen Zeiten her zur Bewässerung eingerichtetes Wiesenthal. Im Mittelalter befanden sich sowohl diese Wiesen als die am Steinbächlein liegenden Triebwerke im Besitze der Feudalherren, der Grafen von Zu-Rhein, und die Vertheilung der Niederwasser zwischen gewerblichen Anlagen und Landwirthschaft konnte daher keine Schwierigkeiten verursachen. Erst im Verlaufe der Zeit, als die Wiesen und die Triebwerke allmählich in andere Hände übergingen, entstanden Streitigkeiten zwischen den Müllern und den Landwirthen über die Ausnutzung der Niederwasser, welche schliefslich dahin führten, dafs im Jahre 1768 durch eine Ordonnanz des Intendanten des Elsafs die beiderseitigen Ansprüche geregelt wurden. Die Vorschriften der Ordonnanz, welche im wesentlichen alte Gebrauchsrechte festlegte, waren so allgemein gefafst, dafs sie für die Anwendung einen weiten Spielraum liefsen und den Wässerungsberechtigten ermöglichten, die Vortheile auszunutzen, welche sich für sie aus den Unterbrechungen des Betriebes der Mühlen ziehen liefsen. Auf diese Weise bildete sich ein gewisser Gebrauch aus, welcher, ohne in den Vorschriften der Ordonnanz ausdrücklich begründet zu sein, doch bestehen konnte, ohne dieselben zu verletzen.

Diese Verhältnisse wurden nun vollständig geändert, als zu Ende des vorigen und in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts die Mühlhauser Gewerbthätigkeit ihre gewaltige Entwicklung nahm. An Stelle der alten Mühlen traten Fabriken, welche das Wasser des Steinbächleins nicht nur als Triebkraft, sondern, wie oben dargelegt wurde, in der Regel auch zu chemischen Zwecken ausnutzten und, da dieses Wasser zu solchen Zwecken das einzig brauchbare war, auf den Bezug desselben geradezu ihr Dasein gegründet hatten. Jetzt wurden die auf den Mühlenbetrieb gegründeten Wässerungsgebräuche unhaltbar, die Klagen von beiden Seiten nahmen überhand und eine neue Regelung der Wassernutzung wurde nothwendig. Die zu diesem Zweck eingeleiteten Verhandlungen haben zu französischer Zeit keinen oder vielmehr einen entgegengesetzten Erfolg gehabt. Das einzige Ergebnifs derselben ist ein „vorläufiger“ Erlafs des Präfecten vom 8. August 1826, durch welchen „bis zur bevorstehenden endgültigen Neuregelung der beiderseitigen Rechte“ die Wassernutzung in willkürlichster Weise und ohne Berücksichtigung der berechtigten Ansprüche der Wiesenbesitzer zu Gunsten der Gewerbtreibenden geändert, und der Streit infolge davon verschärft und verbittert wurde. Trotz aller Klagen und Eingaben der Landwirthe ist sodann die Angelegenheit bis zum Augenblick der Einverleibung des Landes nicht über die „Erhebungen“ hinausgekommen und in diesem Zustande hat die deutsche Verwaltung dieselbe übernommen.

Im Jahre 1875 machten sodann die Wiesenbesitzer im Dollerthale eine Eingabe, in welcher sie um endliche Aufhebung des Gewaltactes von 1826 baten. In der Folge wurde nunmehr der Unterzeichnete beauftragt, die ganze Frage der Wasserrechte am Steinbächlein zu studiren und die zur endgültigen Regelung derselben geeigneten Vorschläge zu machen. Diese Vorschläge fanden ihren Ausdruck in dem Entwurfe einer landesherrlichen Verordnung, welche nach eingehenden Verhandlungen mit den Betheiligten im Jahre 1881 vollzogen wurde. Wenn nun auch hiermit eine die Veränderungen in der wirthschaftlichen Entwicklung berücksichtigende Rechtsordnung geschaffen worden ist, so haben doch die durch die Angelegenheit veranlafsten technischen Untersuchungen erkennen lassen, dafs eine sachliche Befriedigung der Bedürfnisse der Gewerbe und Landwirthschaft in Beziehung auf die Wassernutzung nur erreicht werden kann, wenn es gelingt, die Niederwasserstände der Doller dauernd erheblich zu verstärken. Diese Erkenntnifs hat

zunächst Veranlassung gegeben, entsprechende Erhebungen auch für die anderen Vogesenthäler vorzunehmen, und in der Folge dahin geführt, dafs unter Leitung des Unterzeichneten im Anschlufs an die Bearbeitung des Entwurfes der Illregulirung durch die Meliorationsbauverwaltung in den Thälern der Fecht, der Lauch, der Thur und der Doller Vorarbeiten für die Anlage von Stauseen ausgeführt wurden. Dieselben erstreckten sich auf das Aufsuchen von Punkten, welche für die Anlage von Stauweihern geeignet schienen, auf Untersuchung des Baugrundes, der daselbst vorhandenen Baumaterialien, der Gröfse des zugehörigen Niederschlagsgebietes und dergl. Auf Grund dieser Vorarbeiten sind sodann Entwürfe über die folgenden Stauweiher ausgearbeitet worden:

1. Alfeldsee im Dollerthal. Inhalt 1100000 cbm, Baukostensumme 440000 ℳ.
2. Altenweiher, Schiefsrothried, Darensee und Forellenweiher im Fechtthal. Inhalt zusammen 2220000 cbm, Anschlagssumme 500000 ℳ.
3. Lauchenweiher im Lauchthale. Inhalt 800000 cbm. Anschlagssumme 640000 ℳ.
4. Sammelweiher bei Wildenstein im Thurthale.

Von diesen Entwürfen soll der unter 1. genannte, welcher seither zur Ausführung gekommen und heute vollendet ist, im folgenden näher besprochen werden.

V. Das Dollerthal, Abflufsverhältnisse.

Die Doller weist die oben erörterten ungünstigen Abflufsverhältnisse der oberelsässischen Vogesenflüsse in hohem Grade auf. Ganz genaue Erhebungen über diese Verhältnisse konnten selbstverständlich gelegentlich der Vorarbeiten für die Entwürfe der Thalsperren nicht gemacht werden, da sie das Vorhandensein eines hydrographisch verwerthbaren Materials an meteorologischen und hydrometrischen Aufnahmen voraussetzen würden, welches nur in einer langen Reihe von Jahren gewonnen werden kann und in vorliegendem Falle nicht zur Verfügung stand. Immerhin aber machen die vorhandenen Erhebungen es möglich, ein allgemeines, für den vorliegenden praktischen Zweck genügendes Bild über die in Frage kommenden Verhältnisse zu gewinnen.

In dieser Richtung sei folgendes erwähnt: Die Hochwasser der Doller können nach den über die Abflufsverhältnisse des Flusses wie der übrigen Vogesenflüsse vorliegenden Messungen im unteren Laufe höchstens zu 80 cbm in der Secunde angenommen werden. Was die Niederwasser betrifft, so ist in der oben erwähnten Ordonnanz des Intendanten des Elsafs vom Jahre 1768 für die obere Grenze derselben ein Durchflufsquerschnitt im Steinbächlein von 0,632 qm als Norm gegeben. Die Geschwindigkeit des Wassers beträgt bei diesem Wasserstande etwa 0,8 m. Hieraus ergiebt sich eine Wassermenge von rund 0,500 cbm. Wenn der Wasserstand der Doller unter diese Höhe herabging, war Kleinwasserstand eingetreten und die Ausnutzung zu Wässerungszwecken verboten. Aus langjährigen Beobachtungen wissen wir nun, dafs solche Kleinwasserstände fast alljährlich eintreten und in den verschiedenen Jahreszeiten mit Unterbrechungen schon an 90 Tagen im Jahre vorgekommen sind. In diesen Zeitabschnitten ist alsdann der Wasserstand im Steinbächlein öfters bis zu 200 Liter in der Secunde zurückgegangen, welche Zahl als die untere Grenze der Niederwasser der Doller angesehen werden darf.

In Senntheim, 12 km oberhalb der Abzweigung des Steinbächleins, hat der Fabrikbesitzer Bian in den Jahren 1874, 1875 und 1876 Messungen über die Abflufsmengen der Doller vorgenommen und dabei gefunden, dafs in den Monaten Juni, Juli, August und September zusammen im Mittel der genannten drei Jahre an je 62 Tagen die oben genannten Kleinwasserstände von unter 500 Liter eintraten. Es sei hierbei bemerkt, dafs ganz ähnliche Messungen, welche in den Jahren 1846 bis 1850 an einem benachbarten oberelsässischen Vogesenflusse, der Fecht, vorgenommen worden sind, das Ergebnifs hatten, dafs entsprechende Niederwasserstände in den Monaten Juni bis September im Mittel der vier Jahre an je 64 Tagen festgestellt wurden. Sennthheim liegt ungefähr an dem Punkte, wo die Doller aus dem Gebirge in die Rheinebene eintritt. Da nun die an der Ill gemachten Beobachtungen gezeigt haben, dafs die Sommerregen in der Rheinebene nahezu ohne jeden erkennbaren Einflufs auf die Niederwasserstände im unteren Laufe der Vogesenflüsse sind, so kann das Ergebnifs der Beobachtungen in Sennthheim über die Häufigkeit der Kleinwasserstände unter 500 Liter auch für den unteren Lauf der Doller als zutreffend angesehen werden. Diese Ermittlungen lassen erkennen, dafs das Verhältnifs zwischen Hoch- und Niederwassermengen bei der Doller ein sehr ungünstiges und dafs namentlich im Sommer die Wasserführung des Flusses durchaus ungenügend ist.

Um nun die Wirkung von Stauseen für die Regelung des Abflusses beurtheilen zu können, ist es wichtig zu wissen, welcher Bruchtheil des im Sammelbecken eines Stausees niederfallenden Regens in den verschiedenen Jahreszeiten in diesen abfliefst. Auch diese Frage kann mit Genauigkeit für jedes Niederschlagsbecken nur auf Grund von langjährigen unmittelbaren Messungen beantwortet werden, welche uns bis jetzt für das Dollerthal nicht zur Verfügung stehen. Dagegen besitzen wir elfjährige genaue Beobachtungen (von 1876 bis 1887) über die Verdunstungsverhältnisse an einem Punkte der Vogesen, welcher in Höhenlage, Gestaltung und Beschaffenheit des Bodens durchaus mit denjenigen Lagen des oberen Dollerthales übereinstimmt, die als Niederschlagsgebiet für Stauweiher in Frage kommen können. An diesem Punkte (Forsthaus Melkerei, 930 m über dem Meere) ergiebt sich für die Niederschlags- und Verdunstungsverhältnisse, letztere an einem Orte aufserhalb des Waldes beobachtet, folgendes: Im Mittel der 11 Jahre ist das Verhältnifs der jährlichen Niederschlagshöhen zu den jährlichen Verdunstungshöhen wie 100:20, für die Monate Juni bis September im Mittel 100:35. Bei der festgelagerten, felsigen Beschaffenheit der oberen Seitenthäler der Doller, welche als Niederschlagsgebiete der Stauweiher in Frage kommen, und der wasserdichten Abschliefsung bis auf den gewachsenen Felsen, welche durch diese Bauten hergestellt wird, ist es undenkbar, dafs ein nennenswerther Theil der Niederschläge durch Felsspalten aus dem Sammelgebiet abgeleitet wird und für den Stauweiher verloren geht. Man darf vielmehr annehmen, dafs die dem Weiher zufliefsende Wassermenge nahezu der im Sammelgebiet gefallenen Regenmenge nach Abzug des Verlustes durch Verdunstung entspricht. Legt man die oben angegebenen Verdunstungshöhen zu Grunde, so erhält man als Zuflufs in den Weiher im Mittel folgende Procente der Regenmengen: a) für das ganze Jahr 80 pCt., b) für die Monate Juni bis September

einschliefslich 65 pCt. Man wird deshalb mit Sicherheit für das ganze Jahr 75 pCt. und für die Sommermonate 60 pCt. der Regenmenge als Zuflufs in Rechnung setzen können.

VI. Auswahl des Alfeldes für den Stausee.

Bei Beginn der Voruntersuchungen über Anlage einer Thalsperre im Dollerthale waren seitens der Betheiligten namentlich zwei Oertlichkeiten als geeignet vorgeschlagen worden: der Sewensee und die Lerchenmatt. Der Sewensee, am ersten linksseitigen Zuflufs der Doller oberhalb Sewen gelegen (s. Abb. 14 auf Bl. 33) ist ein natürlicher See, an dem bis jetzt noch keinerlei künstliche Verbesserungen vorgenommen worden sind. Ausgeführte Aufnahmen ergaben jedoch, dafs die natürlichen Bedingungen für die Anlage eines Stausees hier in jeder Beziehung ungünstig sind. Der Felsen liegt so tief unter der Oberfläche, dafs die Errichtung einer Staumauer ausgeschlossen ist; für die Anlage eines Dammes aber ist die Durchlässigkeit des Untergrundes und der Mangel an geeigneten Baustoffen gleichfalls sehr ungünstig. Aufserdem würde eine solche Anlage, welche nur mit geringer Stauhöhe ausgeführt werden könnte, unverhältnifsmäfsige Grunderwerbskosten verursachen.

In der Lerchenmatt, am oberen Laufe der Doller (a der Karte Abb. 14), führten die Bodenuntersuchungen auch zu ungünstigen Ergebnissen, indem man auf der linken Thalseite mit einem 34 m langen Stollen keinen Felsen erreichte. Da aber bei dieser Oertlichkeit nur mit einer namhaften Stauhöhe, also bei Anwendung einer Mauerconstruction, eine geeignete Anlage hätte geschaffen werden können, so mufste man auch hier von der Anlage eines Stauweihers Abstand nehmen.

Mittlerweile war jedoch 2,5 km oberhalb des Sewensees, in dem sogenannten Alfeld (s. Abb. 14), ein Platz gefunden worden, welcher den zu stellenden Anforderungen besser entsprach. Am Fufse des elsässer Belchens befand sich nämlich eine ziemlich breite, wenig geneigte Viehweide, welche auf beiden Seiten felsige, schwach bewaldete Thalwände begrenzen, während unterhalb der Weide das Thal durch die vortretenden Thalwände und durch aus der Thalsohle vorspringende Felsen kesselartig eingeengt wird und somit eine für die Anlage einer Thalsperre sehr geeignete Oertlichkeit bildet. Das anstofsende Gebirge besteht in Sohle und Flanken aus granitartigem Gestein, dem sogenannten Granitit, der sich bei den Bodenuntersuchungen überall in leicht erreichbaren Tiefen vorfand, einen festen Baugrund lieferte und aller Wahrscheinlichkeit nach auch wasserdicht war. Ebenso liefsen sich die zum Bau erforderlichen Bausteine sowie der Mauersand an Ort und Stelle gewinnen, ein Umstand, der bei der Wahl der Baustelle für einen Stauweiher mit steinerner Abschlufsmauer immer von entscheidender Wichtigkeit ist. Schliefslich verursachte der Grunderwerb nur geringe Kosten, da der für die Staumauer, den zukünftigen See und die auszuführenden Wegeverlegungen erforderliche Boden zum Theil aus minderwerthigem Weideland, zum Theil aus ganz werthlosem steinigen und felsigen Gelände bestand. Da sich so alle wesentlichen Vorbedingungen erfüllt zeigten, ging man im Jahre 1880 an die Ausarbeitung eines generellen Entwurfes nebst Kostenanschlag zur Anlage eines Stauweihers im Alfeld. Die Absperrung des Thales sollte hiernach durch eine Mauer erfolgen und die Stauhöhe 21,70 m über dem mittleren Wasserspiegel des Alfeldbaches an der Abschlufsstelle betragen, sodafs der Stauweiher den vorhandenen Höhenplänen zufolge einen nutzbaren Inhalt von rund 1100000 cbm erhielt. Der überschlägliche Kostenanschlag betrug 360000 ℳ.

VII. Einleitende Schritte.

Vor der Beschlufsfassung über die Beschaffung der Mittel und die Art der Durchführung des Unternehmens war zunächst die grundsätzliche Frage zu entscheiden, wer als Bauherr aufzutreten habe. Es waren zwei Wege, welche für die Verwaltung in Frage kamen. Entweder man führte eine solche Ergänzung der Gesetzgebung über die Culturgenossenschaften durch, welche es möglich gemacht haben würde, die betheiligten Gewerbtreibenden und die Grundbesitzer für derartige Unternehmungen in Verbände zu vereinigen, welche mit den Rechten der Meliorationsgenossenschaften ausgestattet wären. Diesen Verbänden wäre dann jeweils die Durchführung der Bauten mit Gewährung staatlicher Zuschüsse und unter einer gewissen amtlichen Ueberwachung überlassen geblieben. Oder aber der Staat selbst trat als Bauherr auf und führte die Bauten in dem Falle als Unternehmungen von öffentlichem Nutzen aus, dafs seitens der Betheiligten freiwillige Beiträge in entsprechender Höhe geleistet würden.

Nach genauer Erwägung der obwaltenden Verhältnisse wurde dem letzteren Verfahren namentlich aus folgenden Gründen der Vorzug gegeben. Zunächst ist es bei der Verschiedenheit der in Frage kommenden gewerblichen und landwirthschaftlichen Interessen und bei der Unbestimmtheit der räumlichen Begrenzung der Interessenzonen sehr schwer, eine der Billigkeit entsprechende Vertheilung der Beitragskosten festzustellen, und es mufsten in dieser Richtung von vornherein um so mehr Schwierigkeiten erwachsen, als gleichzeitig sowohl das Verständnifs für die Bedeutung der zu erreichenden Verbesserungen, als auch die Gewohnheit, sich durch Betheiligung an grofsen Mafsregeln von öffentlichem Nutzen selbst zu helfen, bei dem kleinen Bauer im Elsafs sehr gering sind. Auch liegen für gesetzgeberische Thätigkeit auf diesem Gebiete noch gar keine Erfahrungen vor, und es erschien bei der politischen Stellung, welche die Regierung im Reichslande einnimmt, nicht räthlich, auf einem so unbekannten Gebiete die erste gesetzgeberische Probe zu machen.

Aufser diesen allgemeinen Erwägungen waren für den Entschlufs auch noch technische Rücksichten mafsgebend. Der Bau von Thalsperren gehört zu den schwierigsten und verantwortungsvollsten Aufgaben der Technik. Er erfordert nicht nur für den Entwurf die eingehendsten Untersuchungen und Vorarbeiten im einzelnen, sondern namentlich auch eine durchaus sachverständige und höchst gewissenhafte Bauleitung an Ort und Stelle. Berücksichtigt man nun, dafs solche Bauten in gröfserem Stile in Deutschland bis jetzt noch nicht ausgeführt wurden und dafs daher die Erfahrungen und unbedingt erforderlichen Kenntnisse aller fachlichen Einzelheiten schwer zu erringen sind, so ist es zweifellos, dafs ein Verband von Betheiligten nur in seltenen Fällen in der Lage sein würde, sich die für solche Unternehmungen befähigten technischen Kräfte zu verschaffen. In der Regel würde die technische Verwaltung genöthigt sein, im Interesse der öffentlichen Sicherheit, welche hierbei von grofser Wichtigkeit ist, eine so eingehende örtliche Ueberwachung auszuüben, dafs sie damit eine moralische Verantwortung über-

nimmt, ohne doch im Stande zu sein, in alle Verhältnisse der Bauführung einzudringen und etwaige Nachlässigkeiten mit Sicherheit zu verhindern. Ein solcher Zustand aber, welcher auf keiner Seite das Gefühl der vollen Verantwortlichkeit aufkommen läfst, ist für derartige Bauten bedenklich. Auf der andern Seite giebt die Uebernahme der Bauleitung der Verwaltung die Möglichkeit, Erfahrungen, welche gerade in diesen Fällen besonders werthvoll sind, zu sammeln und für bevorstehende weitere Entwürfe auszunutzen.

Es wurde deshalb beschlossen, die Thalsperre im Alfeld durch den Staat Elsafs-Lothringen als ein Unternehmen von öffentlichem Nutzen auszuführen. Dementsprechend wurde die erste Baurate in den Landeshaushalt von 1883/84 eingestellt, nachdem sich die Gewerbtreibenden des Dollerthales bereit erklärt hatten, hierzu einen freiwilligen Beitrag von 100000 ℳ zu leisten. Im Sommer des Jahres 1883 wurde sodann mit den Vorbereitungen zum Bau begonnen.

VIII. Vorbereitungen für den Bau, Materialprüfungen.

Als erste Vorbereitung zum Bau wurde das gesetzliche Verfahren für den Grunderwerb und für die Regelung der wasserpolizeilichen Verhältnisse der neuen Stauanlage durchgeführt. Gleichzeitig wurden eingehende Untersuchungen über die zu verwendenden Baumaterialien vorgenommen.

Das Gebirge, welches die Bausteine an Ort und Stelle lieferte, besteht, wie erwähnt, aus Granitit oder Hornblende-Granit, einem syenitartigen Gesteine in mittelstarker Körnung, zusammengesetzt aus Orthoklas, Oligoklas, Hornblende und Quarz. Der Hauptbestandtheil ist Orthoklas, welcher schwach-röthlich, durchscheinend, in blättrigem Gefüge auf den Hauptbruchflächen auftritt. Demnächst folgt bezüglich der Menge der Oligoklas. Derselbe zeigt eine gelblich weifse Farbe, wenig Glanz und ein wachsartiges Aussehen mit rostbraunen Flecken, welche durch Zersetzung kleiner Theile entstanden sind. Die Hornblende ist in schwarzgrünen Krystallen, der Quarz in farblosen Körnern und Anhäufungen in den Feldspath eingesprengt. Aufserdem finden sich in geringen Mengen verschiedene Glimmerarten vor, welche indes nur als zufällige Bestandtheile des Gebirges zu betrachten sind. Der Stein zeigt sich sehr fest und hart, und die Witterungsbeständigkeit desselben war, falls er nur aus gesunden Lagern entnommen wurde, in Anbetracht seiner Zusammensetzung aufser Zweifel; er mufste daher als ein für den vorliegenden Zweck vorzüglich geeigneter Baustoff betrachtet werden.

Der vorhandene Sand enthielt in der Grube ziemlich viele thonige Beimengungen und mufste deshalb vor der Verwendung gewaschen werden. Der Alfeldbach, welcher die Baustelle durchflofs, bot hierfür das nothwendige Wasser, sodafs in dieser Hinsicht keine Bedenken bestanden. Eine chemische Untersuchung des gewaschenen Sandes zeigte, dafs derselbe nur wenige leicht zersetzbare Mineralien enthielt. Er bestand vorwiegend aus Quarz und dem sehr beständigen Kalifeldspath, während die leichter sich verändernden Natron- und Magnesiaverbindungen nur in geringen Mengen darin vorhanden waren. Auch die weitere Bedingung, welche man an einen guten Mauersand stellen mufs, dafs die Gesteinstrümmer, aus denen er besteht, nicht abgeschliffen und rund, sondern rauh und scharfkantig sind, war erfüllt. Man konnte also mit Sicherheit annehmen, dafs sich der Sand zur Mörtelbereitung eignen würde. Andererseits aber war zu erwarten, dafs ein mit diesem Sande hergestellter Mörtel infolge seines starken Feldspathgehaltes langsamer abbinden würde, als ein Mörtel, welcher nur reinen Quarzsand enthält.

Demnächst wurden sehr eingehende Versuche ausgeführt, um eine Mörtelmischung zu finden, welche den im gegenwärtigen Falle zu stellenden hohen Anforderungen vollständig genügte und zugleich einen möglichst geringen Kostenaufwand verursachte. Bei der langsam sich vollziehenden Ausführung einer derartigen Anlage mufs der zu verwendende Mörtel die Fähigkeit besitzen, an der Luft fortschreitend zu erhärten, und dieser Vorgang darf nicht gestört, sondern mufs gefördert werden durch die mit der Anfüllung des Stauweihers beginnende Einwirkung des Wassers. Der Mörtel mufs also sowohl ein guter Luft-, als auch ein guter Wassermörtel sein. Er mufs ferner, da in dem Mauerwerk starke Druckspannungen auftreten und eine vollständige Sicherheit gegen Zerstörung desselben vorhanden sein mufs, einen hohen Grad von Druck- und Zugfestigkeit und Adhäsionskraft erreichen und darf, damit keine dauernden Durchsickerungen stattfinden, nur wenig porig bezw. wasserdurchlassend sein. Die Versuche erstreckten sich hiernach auf folgende Mischungen:

a) reiner Cement-Sand-Mörtel,
b) Mörtel aus Wasserkalk und Sand,
c) Mörtel aus Wasserkalk, Cement und Sand,
d) Mörtel aus Weifskalk, Cement und Sand,
e) Mörtel aus Wasserkalk, Trafs und Sand,
f) Mörtel aus Weifskalk, Trafs und Sand.

Zunächst wurden unter Anwendung von Portlandcementen, Kalken und Trassen verschiedener anerkannt guter Bezugsquellen und zwar mit Normalsand und mit gewaschenem Bausand vom Alfeld (Dollersand) in verschiedenen Mischungsverhältnissen in der üblichen Weise Probekörper angefertigt, im Wasser aufbewahrt und später mit der Michaelischen Zugmaschine zerrissen. Die Untersuchungen auch auf Druckfestigkeit auszudehnen, erlaubten weder die Zeit noch die zur Verfügung stehenden Vorrichtungen. Die Zerreifsungsproben sind zunächst mit Probekörpern ausgeführt worden, welche einen Tag an der Luft und 7 bezw. 28 Tage unter Wasser gelegen hatten. Nur für diejenigen Mischungen, welche mit Rücksicht auf das günstige Verhältnifs von Festigkeit und Herstellungskosten in die engere Wahl kamen, wurden, um das Fortschreiten der Festigkeit festzustellen, die Zerreifsungsproben länger fortgesetzt.

Es sei noch bemerkt, dafs die mit gewaschenem Dollersand hergestellten Mörtel geringere Festigkeit und schwankendere Ergebnisse geliefert haben, als die mit Normalsand gemischten. Dies erklärt sich wahrscheinlich daraus, dafs der Dollersand, obwohl gesiebt, doch noch bedeutend gröber war, als der Normalsand, und dafs infolge dessen die Herstellung der Probekörper schwieriger und das Gefüge des Mörtels ein ungleichmäfsigeres wurde. Das Fortschreiten der Festigkeit der Dollersandmörtel war indessen durch die Ergebnisse der Versuche zur Genüge bewiesen und wurde durch während des Baues ausgeführte Proben bestätigt.

Für die Voruntersuchungen sind im ganzen 1140 Probekörper hergestellt worden. Die der Vergleichung zu Grunde gelegten Mittelzahlen wurden aus der Zerreifsung von je zehn Probekörpern gleicher Zusammensetzung bestimmt. Die in

dieser Weise gefundenen Zahlenwerthe hat man in der Folge noch dadurch ergänzt, dafs auf der Baustelle eine Anzahl von Mauerkörpern mit verschiedenen Mörtelmischungen hergestellt und, nachdem sie während eines Winters der Witterung ausgesetzt gewesen waren, wieder abgebrochen wurden. Hierbei zeigte sich, dafs es nicht rathsam sein würde, solche Mörtelmischungen zu verwenden, welche in der Versuchsstelle nach 28tägiger Lagerung im Wasser eine Zugfestigkeit von weniger als 5,5 kg ergeben hatten. Insbesondere schien bei den minderwerthigen Mörteln die Gefahr vorzuliegen, dafs sie bei den in der dortigen Gegend sehr früh und oft ganz plötzlich eintretenden Frösten infolge zu langsamen Abbindens Noth leiden könnten.

Weitere Proben wurden später auf der Baustelle in der Weise angestellt, dafs man mit den verschiedenen Mörtelarten Ziegel aufeinander kittete und dieselben, nachdem der Mörtel während längerer Zeit den Einwirkungen der Luft ausgesetzt gewesen war, durch Gewichte auseinanderrifs. Hierbei zeigten alle mit Cement oder Trafs gemischten Mörtel eine vollständige Erhärtung bis zum Kern und fast durchweg eine bedeutende Adhäsionskraft. Die aus Wasserkalk und Sand allein gemischten Mörtel waren dagegen nur an dem äufseren, der Luft unmittelbar zugänglichen Rande erhärtet, nach der Mitte zu wurden sie weicher und im Kern waren sie stets ganz pulverig.

Die Ergebnisse der sämtlichen Proben und Kostenberechnungen lassen sich für die einzelnen Mörtelarten in der folgenden Weise zusammenstellen:

a) Die reinen Cementmörtel zeigten hohe Festigkeiten, waren im vorliegenden Falle jedoch zu theuer. Auch hatten sie bei starkem Sandzusatz, z. B. in der Mischung 1 Cement auf 5 Sand, eine ungenügende Adhäsionskraft und eine namhafte Porigkeit.

b) Die Mörtel aus Wasserkalk und Sand erwiesen sich für den gegenwärtigen Zweck infolge ihrer langsamen Erhärtung unter Wasser als unbrauchbar. Es mufs indessen bemerkt werden, dafs dieses Ergebnifs sich nicht auf die besseren deutschen Wasserkalke und die französischen Kalke von Teil bezieht, diese vielmehr ausgeschlossen werden mufsten, weil die Heranschaffungskosten für dieselben sich so hoch stellten, dafs ihre Verwendung unmöglich wurde.

c) Die Mörtel aus Wasserkalk, Cement und Sand entsprachen allen an sie zu stellenden Anforderungen; sie zeigten unter Einwirkung der verschiedenartigsten Einflüsse eine bedeutende Druck- und Zugfestigkeit und liefsen sich billig herstellen.

d) Die Mörtel aus Fettkalk, Cement und Sand sind brauchbar. Sie zeigen jedoch eine geringere Festigkeit als die Mörtel unter c), ohne sich billiger zu stellen. Da aufserdem die Herbeischaffung und das Löschen von Stückkalk kostspieliger und unbequemer ist, als bei Wasserkalken in Pulverform, so wurde von der Verwendung derartiger Mörtel abgesehen.

e) Die Mörtel aus Wasserkalk, Trafs und Sand zeigten sich ebenso gut, wie diejenigen unter c), und stellen sich gleichfalls billig.

f) Mörtel aus Fettkalk, Trafs und Sand konnten aus denselben Gründen, wie diejenigen unter d), nicht zur Verwendung kommen.

Es kamen demnach nur die Mörtel unter c) und e) in Betracht. Nachdem mit den betr. Lieferanten Unterhandlungen bezüglich des genauesten Preises stattgefunden hatten, wurde die Verwendung eines Mörtels beschlossen, welcher bestand aus:

1 Gewichtstheil Cement von Dyckerhoff u. Söhne in Biebrich,
2 Gewichtstheilen Wasserkalk von Archeret und Fürst in Rupprechtsau, und
10 Gewichtstheilen gewaschenem Dollersand.

Auf Raumtheile berechnet, ergiebt sich das Verhältnifs von 1 : 4 : 10.

IX. Fundamentaushub.

Mit der Ausschachtung der Baugrube und der Freilegung des gesunden, tragfähigen und hinreichend wasserdichten Felsens wurde Anfang September des Jahres 1883 begonnen und gleichzeitig das Baubureau in Sewen engültig eingerichtet. Die Bauleitung wurde Herrn Baumeister von Cloedt übertragen, welcher schon bei den Vorarbeiten zur Ausarbeitung des generellen Entwurfs beschäftigt gewesen war. Die Oberleitung verblieb, wie das bei den grofsen Meliorationsbauten in Elsafs-Lothringen stets der Fall ist, im Ministerium und wurde durch den Unterzeichneten als technischen Referenten wahrgenommen.

Man legte zur Ableitung des Wassers aus der Baugrube drei Schlitzgräben von 2 bis 3,5 m Tiefe und 40 bis 100 m Länge an und führte das Wasser des Alfeldbaches in einem hölzernen Gerinne über die Baugrube hinweg. Nur aus den tieferen Theilen der Baugrube mufste das Wasser ausgepumpt werden. Die auszuhebenden Massen bestanden zum Theil aus nassem, weichem Lehm, zum Theil aus festgelagertem, sandiglehmigem, mit Gerölle und Felsstücken untermischtem Moränenmaterial, zum geringeren Theile aus Mauersand und endlich aus gewachsenem Felsen. In der Baugrube erwies sich der Felsen, auf den man zuerst stiefs, nur stellenweise als verwittert, zum gröfseren Theile als fest und gesund. Als aber in die vielfach glatte Oberfläche des gesunden Felsens die zur Sicherung der Gründung der Mauer nöthigen Auszackungen eingehauen wurden, zeigte sich, dafs derselbe an einzelnen Stellen unterwaschen war und in Art einer Schale auf einer Schicht kranken Gesteines von mehreren Meter Stärke auflagerte. Erst darunter fand sich der gesunde, zur Bildung eines sicheren und wasserdichten Fundaments geeignete Fels. Man mufste deshalb an mehreren Punkten den Aushub bis zu einer beträchtlich gröfseren Tiefe ausdehnen, als man auf Grund der früheren Bodenuntersuchungen angenommen hatte. So kam es, dafs der im Voranschlage für diese Arbeiten vorgesehene Betrag bei der Ausführung namhaft überschritten und infolge der tieferen Ausschachtung auch die Cubikmasse des auszuführenden Mauerwerks eine gröfsere wurde. Aehnliche Erfahrungen, zum Theil in sehr bedeutendem Mafse, sind jedoch bei den meisten derartigen Bauten bisher gemacht. Der endgültige Kostenanschlag für eine Thalsperre im Granitgebirge sollte niemals auf Grund einer Feststellung des Untergrundes vermittelst Probegruben, und seien sie noch so zahlreich, selbst nicht vermittelst eines Längsschlitzes gemacht werden, weil die Abschnitte in der Beschaffenheit des Felsens oft unvermittelt nebeneinander liegen und die geringste Verschlechterung denselben ungeeignet für die strengen Anforderungen macht, welche an die Gründung solcher Bauwerke gestellt werden müssen. Ein genauer Kostenanschlag läfst sich in solchen Fällen immer erst aufstellen, nachdem das Fundament ausgehoben, der brauchbare Felsen blofsgelegt und hergerichtet ist. Immer aber empfiehlt es sich, in den An-

sätzen zum überschläglichen Entwurfe einen namhaften Betrag für Fundamentaushub vorzusehen und aufserdem die Annahmen bezüglich der Tiefe desselben auf Grund der Probegruben so ungünstig als möglich zu machen.

X. Zufahrtswege.

Der für die Heranschaffung der Baustoffe aus der Thalsohle auf die Höhe der Mauerkrone erforderliche Zufahrtsweg (s. Abb. 14, Bl. 33) wurde im Winter 1884/85 hergestellt. Derselbe sollte gleichzeitig für die künftige Verbindung zwischen dem Thale oberhalb und unterhalb des Sees dienen und wurde deshalb von der Mauerkrone ab längs der Südseite des Sees weitergeführt. Die Länge des Zufahrtsweges beträgt 450 m und das mittlere Gefälle desselben ist 1 : 17.

XI. Bestimmung des Mauerquerschnittes.

Es seien an dieser Stelle vorerst noch einige Betrachtungen über die bei Stauanlagen in Frage kommenden Bauweisen vorangeschickt. Man bedient sich bei derartigen Anlagen der Erddämme, der Staumauern und der Vereinigung von Erdschüttungen mit Mauerwerk.

Erddämme haben vor Staumauern den Vorzug, dafs sie sich auf jedem festen und wasserdichten Untergrunde erbauen lassen, während Staumauern unbedingt das Vorhandensein eines felsigen Untergrundes zur Voraussetzung haben. Auch ist bei geringen Stauhöhen die Herstellung von Dämmen in der Regel billiger als diejenige von Mauern. Ist ein wasserdichter Untergrund nicht vorhanden, so mufs auch die Anlage eines Dammes unterbleiben; liegt derselbe tief, so müssen in jedem Falle künstliche Dichtungen aus Mauerwerk, Beton, Letten usw. angebracht werden, welche bis in den wasserdichten Untergrund hinabreichen. Der Dammkörper selbst mufs in sorgfältig ausgesuchtem, oder durch künstliche Mischung vorhandener Erdarten hergestelltem sandigen Lehm angeschüttet werden. Die Verwendung von fettem Boden ist ebenso bedenklich wie diejenige von allzuleichtem Boden, da dieser beim Austrocknen rissig wird und sodann beim Wiedereintritt des Wasserdruckes leicht in Bewegung geräth. Auch die Anschüttung selbst hat mit gröfster Sorgfalt zu geschehen und mufs, um ein kräftiges Einstampfen zu ermöglichen, in Schichten von etwa 10 cm Stärke erfolgen. Wenn Steine vorhanden sind, so wird es sich stets empfehlen, beide Böschungen und die Krone des Dammes abzupflastern. In jedem Falle aber ist die dem Stauweiher zugekehrte Böschung zum Schutz gegen Angriffe des Wassers mit einer soliden, gut gegründeten Abpflasterung zu versehen. Die Dammkrone mufs so hoch liegen und mit einem so grofsen Ueberfall versehen sein, dafs der gröfste mögliche Wasserstand, verbunden mit dem stärksten Wellenschlage und mit Eisgang, dieselbe nicht erreichen kann, denn „ein überschlagener Damm ist ein verlorener Damm“. Da nun mit zunehmender Höhe die für einen Damm erforderlichen Erdmassen aufserordentlich stark anwachsen, so bedingen es die besprochenen Umstände, dafs schon bei mittleren Stauhöhen der Preisunterschied zwischen Erddämmen und Staumauern meist sehr gering wird oder verschwindet.

Die Vortheile nun, welche Staumauern gegenüber den Erddämmen darbieten, sind sehr bedeutend. Zunächst ergeben sie bei richtiger Gestaltung und kunsgerechter Ausführung eine Sicherheit, welche sich durch keine andere Bauart auch nur annähernd erreichen läfst, da man die in dem Mauerwerk auftretenden Spannungen berechnen und sonach jenem solche Abmessungen geben kann, dafs eine Ueberlastung des Materials ausgeschlossen bleibt. Dieser Umstand ist angesichts des ungeheuern Schadens, welchen die plötzliche Zerstörung derartiger Anlagen hervorbringt, von der gröfsten Bedeutung. Während ferner ein Erddamm im allergünstigsten Falle seinen ursprünglichen Zustand behält, wird bei einer Mauer im Laufe der Zeit der Mörtel und damit das ganze Bauwerk immer fester. Durchsickerungen können bei richtiger Bauweise nur infolge von Porigkeit des Mörtels oder der Steine stattfinden; dieselben gefährden die Sicherheit des Bauwerkes nicht und vermindern sich im Laufe der Zeit oder hören ganz auf. Sickerungen dagegen, welche bei Erddämmen auftreten, sind immer bedenklich, nehmen mit der Zeit nicht ab, sondern zu, und bedrohen schliefslich den Bestand des Baues. Auch ein Ueberschlagen der Wellen, wie es bei ungenügender Aufsicht infolge von Eisstopfungen am Ueberlauf eintreten kann, ist für das Mauerwerk an sich nicht so bedenklich wie für einen Erddamm. Letzterer wird deshalb immer mehr Unterhaltungskosten verursachen und eine sorgfältigere Ueberwachung erfordern, als eine Staumauer.

Es wird demnach da, wo gesunder und dichter Felsen in nicht allzugrofser Tiefe sich vorfindet, wo man ferner Mauersteine und Sand an Ort und Stelle hat, die Stauhöhe beträchtlich und die Länge der Absperrung nicht allzugrofs ist, eine Staumauer immer mit Vortheil ausgeführt werden können. Die Anlage von Erddämmen dagegen ist da gerechtfertigt, wo sich zwar kein felsiger, aber ein guter und wasserdichter, bezw. leicht zu dichtender Baugrund findet, wo der zur Dammschüttung nothwendige sandige Lehm entweder vorhanden ist oder aus den vorhandenen Erdarten sich leicht mischen läfst, und wo die Stauhöhe bei kurzen Dämmen 15 m, bei langen Dämmen 12 m nicht übersteigt.

Eine Vereinigung von Mauerwerk und Erdschüttung ist nur dann zweckmäfsig, wenn das Mauerwerk so stark gemacht und im Querschnitt so gestaltet wird, dafs es für sich allein den Wasserdruck aushält. Diese Bauweise wird demnach nur in einzelnen ganz besonderen Fällen zu empfehlen sein. Sie kann z. B. zweckmäfsig werden, wenn die Krone einer Staumauer von geringer Höhe als Fahrweg ausgebildet werden soll und dies dadurch erreicht werden kann, dafs gegen eine dem Wasserdruck entsprechende Mauer von geringer Kronenbreite ein Damm angeschüttet wird.

Die Anwendung von hohen, schmalen Mauerwerkskörpern als Dichtung bei Dämmen, welche aus einem ungenügend dichten Material angeschüttet wurden, hat sich fast stets schlecht bewährt. Das Mauerwerk bekommt infolge von Senkungen im Damm und infolge des von den Erdmassen ausgeübten ungleichen Druckes Risse, welche seine Wirksamkeit aufheben; der Damm wird undicht und baufällig. Von derartigen Anlagen mufs daher entschieden abgerathen werden.

In dem gegenwärtigen Falle, wo das Wasser zu einer beträchtlichen Höhe angestaut werden sollte, wo ferner alle Grundbedingungen für den Bau einer Staumauer sich erfüllten, war es selbstverständlich, dafs der Abschlufs des Thales (AB in Abb. 1, Bl. 32) durch eine solche zu erfolgen hatte.

Die zweckmäfsigsten Querschnittsformen derartiger Mauern sind bekannt und in den Beschreibungen der neueren in Frankreich ausgeführten Anlagen genügsam erörtert worden. · Der Staumauer des Alfeldsees hat man den in Abb. 2 dargestellten Querschnitt gegeben, welchen man zunächst auf zeichnerischem Wege bestimmte; sodann wurden die mit diesem Verfahren sehr annähernd ermittelten Druckverhältnisse auf rechnerischem Wege genau festgestellt. Die Mauerkrone, deren Breite sonach 4 m beträgt, überragt die Oberkante des Ueberfalles, welcher zwei Oeffnungen von verschiedener Höhe hat, um 1,72 m bezw. 1,40 m, und ist aufserdem durch eine Brustwehr von 1 m Höhe gegen das Ueberschlagen der Wellen geschützt. Diese Ueberhöhung entspricht ungefähr den von Krantz auf Grund zahlreicher Beobachtungen aufgestellten Regeln.

Das Niederschlagsgebiet des Beckens, welches seinen natürlichen Abflufs in den Alfeldsee findet, beträgt 420 ha. Die Hochwassermengen, welche die einzelnen Flufsgebiete in den Vogesen liefern, können nach den vorhandenen Aufnahmen zu 14 Liter in der Secunde und auf ein Hektar Niederschlagsgebiet angenommen werden. Dies würde für das Niederschlagsgebiet des Alfeldes 5,880 cbm in der Secunde ergeben. Sollte ein solches Hochwasser bei gefülltem Becken eintreten, so würde dasselbe, um über den Ueberfall abzulaufen, wenn nach dem Betriebsplane gleichzeitig der Normalabflufs der drei Ablässe 2 cbm betrüge, nach der Formel $a = {}^2/_3 \cdot 0{,}632 \cdot bh\sqrt{2gh}$ eine Ueberfallhöhe von 0,43 bezw. 0,31 m, also eine Stauhöhe von 21,71 m, rund 21,70 m, erfordern. Diese Stauhöhe wurde als gewöhnliche gröfste Höhe des Wasserstandes der statischen Berechnung zu Grunde gelegt. Hiernach sind alsdann die Abmessungen des Querschnittes so berechnet, dafs bei leerem Stauweiher an der Wasserseite an keinem Punkte Druckspannungen von mehr als 6 kg für ein Quadratcentimeter eintreten, dafs bei vollem Stauweiher an der Thalseite dieselbe Grenze der Druckspannungen nicht überschritten wird, an der Wasserseite aber an keinem Punkte Zugspannungen auftreten.

Der diesen Bedingungen entsprechende Querschnitt fällt an der Wasserseite auf 10 m Höhe senkrecht ab und springt dann in einem flachen Kreisbogen von 70 m Halbmesser vor; auf der Thalseite fällt er auf 2,60 m senkrecht ab und springt von hier in einer stark gekrümmten Linie, welche sich aus einzelnen Kreisbögen und Geraden zusammensetzt, vor. Die gröfste Höhe der Mauer über dem felsigen Untergrunde ist 28 m, die entsprechende Grundflächenbreite 18,33 m.

XII. Berechnung der Standsicherheit.

Die wesentliche Grundlage für die Berechnung des Mauerquerschnittes bildet die Ermittlung des Einheitsgewichtes des Mauerwerks. Es wurde deshalb eine Anzahl Mauerklötze in der Weise hergestellt, wie später die Staumauer ausgeführt werden sollte. Hierbei ergab sich ein Mörtelverbrauch von 25 pCt. des Mauerinhalt. Später wurde bei Ausführung der grofsen Mauer der Mörtelverbrauch in den unteren Schichten zu 23 pCt. festgestellt; er stieg aber mit der Höhe der Mauer infolge der Verwendung von kleineren Mauersteinen in den oberen Schichten bis zu etwa 30 pCt. Demnächst wurde das Einheitsgewicht der einzelnen Baustoffe unter Verwendung verschiedener Bestimmungsarten möglichst genau ermittelt. Man erhielt für den Stein (bei acht Versuchen)

als gröfstes Einheitsgewicht 2,750,
als kleinstes „ 2,666,
als mittleres „ 2,704;

für den trockenen Mörtel (bei zehn Versuchen)

als gröfstes Einheitsgewicht . . . 1,903,
als kleinstes „ . . . 1,809,
als mittleres „ . . . 1,868;

für den nassen Mörtel (bei zehn Versuchen)

als gröfstes Einheitsgewicht . . . 2,126,
als kleinstes „ . . . 2,029,
als mittleres „ . . . 2,081.

Da für eine Mauer mit dem gewählten Querschnitt der gröfste Druck mit zunehmendem Einheitsgewicht der Mauer kleiner und die Lage der Stützlinie eine günstigere wird, so mufsten bei Ermittlung des in Rechnung zu setzenden Einheitsgewichtes möglichst ungünstige Voraussetzungen angenommen werden. Demnach wurde gesetzt: für das Einheitsgewicht des Steines der ermittelte geringste Werth mit 2,666, für den Mörtelverbrauch der ermittelte höchste Werth mit 30 pCt. und für das Einheitsgewicht des Mörtels das Mittel der für den trockenen und den nassen Mörtel gefundenen kleinsten Gewichte mit 1,919. Auch diese Annahmen blieben beträchtlich unter der Wirklichkeit, da während des Betriebes des Sees der Mörtel in der Mauer infolge seiner Porigkeit immer feucht sein wird.

Unter diesen Voraussetzungen ergab sich das Einheitsgewicht des Mauerwerks zu $2{,}666 \cdot 0{,}7 + 1{,}919 \cdot 0{,}3 = 2{,}44$, wofür in der Berechnung der Sicherheit halber 2,42 gesetzt worden ist.

Die Ergebnisse der statischen Bestimmung der Druckverhältnisse der Mauer bei vollem und bei leerem Stauweiher, welche in der üblichen Weise durchgeführt wurde, sind in Abb. 2 dargestellt. Für volle Belastung durch den Wasserdruck ergaben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Druckspannungen auf das Quadratcentimeter.

Eine zuverlässige rechnerische Untersuchung der Standsicherheit für den Fall, dafs sich in der Mauer eine Fuge öffnen sollte, ist nicht möglich, weil die in der Fuge zur Wirkung kommenden Auftriebskräfte nicht bekannt sind. Unter der Annahme, dafs dieselben am Anfang der Fuge gleich dem

Tabelle der Druckspannungen.

Nr. der Fuge von oben gezählt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Druckspannung an der Wasserseite in kg auf 1 qcm	0,24	0,48	0,69	0,86	0,99	1,01	1,04	0,95	0,90	0,80	0,67	0,53	0,38	0,30	0,24	0,20	0,10	0,05	**0,03**	0,06	0,17	0,26	0,36	0,43	0,54	0,62	0,70	0,79
Druckspannung an der Thalseite in kg auf 1 qcm	0,24	0,48	0,77	1,06	1,37	1,75	2,06	2,45	2,76	3,08	3,41	3,75	4,08	4,32	4,52	4,70	4,96	5,19	5,37	5,48	5,49	5,54	5,60	5,69	5,76	5,88	5,98	6,09

vollen Wasserdruck, am Ende der Fuge gleich Null seien, und zwischen diesen beiden Punkten gleichmäfsig zu- bezw. abnehmen, würde sich folgendes ergeben. Es sei angenommen, dafs die Fuge Nr. 19, in welcher die Standsicherheit am geringsten ist, weil sich in ihr bei voller Belastung die Stützlinie am meisten dem äufseren Fugendrittel nähert, um ein weniges geöffnet sei. Alsdann würde an der Kante B (Abb. 3) der Auftrieb auf das Quadratmeter sein $= 17{,}70 \cdot 1000 = 17\,700$ kg. Nach dem Innern der Fuge zu würde der Druck abnehmen und könnte an der Kante C gleich Null gesetzt werden. Der in der ganzen Fuge wirkende Auftrieb A würde alsdann durch ein Dreieck dargestellt werden.

Auf das Mauerwerk über Fuge 19 wirkt aufserdem noch: die wagerechte Seitenkraft des Wasserdruckes H und die senkrechte Seitenkraft des Wasserdruckes V nebst dem Gewicht des Mauerwerks G. $V + G = N$.

Das Moment der Kräfte, welche sich bestreben würden, die Mauer um den Punkt C zu drehen, ist

$$Aa + Hh,$$

diese Drehung wird verhindert durch das Moment

$$Nn.$$

Betrachtet man ein Stück der Mauer von 1 m Länge, so würde sich die Sicherheit gegen ein Kippen des über Fuge 19 befindlichen Mauertheils um den Punkt C ausdrücken lassen durch die Zahl

$$\frac{Nn}{Aa + Hh} = \frac{280347 \cdot 6{,}67}{91952 \cdot 6{,}93 + 156645 \cdot 5{,}71} = 1{,}22.$$

Ein fernerer Beweis für die Standsicherheit des gewählten Querschnittes liegt darin, dafs der Winkel der Drucklinie mit der Lothrechten zur Fuge überall kleiner ist als der Reibungswinkel von Stein auf Stein.

Die obigen Berechnungen wurden, wie bemerkt, durchgeführt für die Stauhöhe, welche sich ergeben kann, wenn bei vollem Weiher ein Hochwasser eintritt, während derselbe im Betrieb steht. Bei dieser oberen Grenze der normalen Hochwasserstände treten in der Mauer keine Zugspannungen auf.

Es soll nun untersucht werden, welche Zugspannungen im denkbar ungünstigsten Falle eintreten könnten, d. h., wenn die Mauer, aufser Betrieb gesetzt, sich selbst überlassen wäre, und alsdann bei vollem Stauweiher und geschlossenen Ablässen ein aufserordentliches, gröfstes Hochwasser einträte. Die Stärke eines solchen Hochwassers, welches einen höchsten Tagesniederschlag mit gleichzeitigem Abgang frischgefallenen Schnees voraussetzt, kann annähernd in folgender Weise ermittelt werden. Der gröfste bekannte Tagesregenfall ist beobachtet worden am 26. December 1882 auf der Station Sewen mit 83,2 mm. Unter der Annahme, dafs von diesem Niederschlage 90 pCt. sofort abgeflossen seien, erhält man eine Abflufshöhe von rund 76 mm. Diese Abflufshöhe soll durch gleichzeitigen Abgang frischgefallenen Schnees um 24 mm verstärkt worden sein. Es ergiebt sich alsdann eine gesamte Tagesabflufshöhe von 100 mm oder eine Abflufsmenge von 420 000 cbm in 24 Stunden. Nimmt man ferner an, dafs hiervon in acht Stunden zwei Drittel zum Abflufs gelangen, so ergiebt das in dieser Zeit einen Zuflufs von 280 000 cbm in den Weiher. Dies entspricht einer Wassermenge von 9,70 cbm in einer Secunde, d. h. 23 Liter auf ein Hektar Niederschlagsgebiet. Ein solches aufsergewöhnliches Hochwasser würde nun, um über den Ueberfall allein abzufliefsen, eine Höhe von 75 bezw. 63 cm erfordern und somit im Weiher einen Wasserstand von ungefähr 22 m hervorrufen. Bei dieser Stauhöhe ergiebt die analytische Berechnung die gröfste Zugspannung in der Mauer (in Fuge 19) zu 0,26 kg auf 1 qcm, d. h. eine Inanspruchnahme, welche ganz unbedenklich ist.

Eine Vergleichung des Querschnittes der Alfeldmauer mit den Mauern von Furens, Ternay und der Habra, sowie mit dem von Krantz als Muster aufgestellten Querschnitt ist in Abb. 15 bis 18 gegeben. Dieselbe zeigt, dafs die Alfeldmauer infolge einer richtigeren Vertheilung der Massen im Querschnitt ökonomischer ausgeführt ist als die genannten Anlagen, obgleich sie ebenso günstige statische Verhältnisse aufweist als diese.

(Schlufs folgt.)

Ufermauer am Kaiserhafen von Ruhrort.

Unter den Bauten, welche bei der Herstellung des Ruhrorter Kaiserhafens zur Ausführung gekommen sind, beansprucht der im folgenden beschriebene Bau einer Ufermauer besondere Beachtung. Dieselbe bildet die östliche Fortsetzung einer bereits in den siebenziger Jahren ausgeführten Ufermauer, welche auf Beton zwischen Spundwänden gegründet ist und den in Abb. 8 dargestellten Querschnitt zeigt. Die neue Mauer erstreckt sich westlich vom Punkte a (s. Abb. 1) bis zu dem an der Drehbrücke gelegenen Punkte b, hat eine Länge von 284,5 m und liegt in einer Krümmung von rund 300 m Halbmesser. Die Oberkante der Mauer liegt gleich der der alten auf + 6,25 m Ruhrorter Pegel (R. P.), die Hafensohle auf — 1,25 m R. P., der bekannte niedrigste Wasserstand auf — 0,05 m R. P., und Mittelwasser auf + 2,5 m R. P. Der Untergrund besteht aus oben lehmigem, nach unten zu reiner und fester werdendem Kies.

Bei der Aufstellung des Entwurfs für diese Uferbefestigung wurde die Frage einer möglichst billigen und doch dauerhaften Ausführung eingehend erwogen, zu welchem Zweck fünf verschiedene Entwürfe durchgearbeitet sind, zwei in Steinbau, drei in Eisenbau. Von den Entwürfen in Steinbau hatte der eine eine Gründung auf Beton zwischen Spundwänden, der andere die in den Abb. 2 bis 6 dargestellte Brunnengründung, welche zur Ausführung gekommen ist. Die drei Entwürfe in Eisenbau bestanden in

1. schmiedeeisernen Schraubenpfählen mit gufseisernen Platten,
2. schmiedeeisernen Bohlwerkstafeln nebst Klinkerausmauerung,
3. einer schmiedeeisernen Ueberdeckung der Uferböschung auf gufseisernen Säulen.

Eine Durcharbeitung dieser Entwürfe ergab, dafs die eisernen Uferbefestigungen sämtlich theurer waren, als die steinernen, und zwar stellten sich die Preise für das Meter Ufer, wenn die obige Reihenfolge der Entwürfe beibehalten wird, auf 631, 535, 678, 656 und 731 ℳ. Unter diesen Umständen wurde dem ungleich dauerhafteren Steinbau der Vorzug gegeben und der zweite Entwurf, welcher eine Gründung der Mauer auf Brunnen zeigt, zur Ausführung bestimmt.

Die Gesamtzahl der Brunnen beträgt 36, ihre Entfernung von Mitte zu Mitte 8 m. Die Brunnen haben an der Unterkante eine Abmessung von 4 m in der Längsrichtung und von 5 m in der Querrichtung des Ufers. Die Unterkante des Brunnenmauerwerks liegt auf — 2,5 m R. P. Der untere, 2,5 m hohe Theil der Brunnen hat der besseren Versenkung wegen allseitig einen Anzug von 1 : 10 erhalten, der darüber befindliche Theil ist senkrecht, mit Ausnahme der vorderen Fläche, in welcher der Anzug von 1 : 10 bis oben beibehalten ist. Hierdurch ergiebt sich oberhalb Null R. P. für die Brunnen eine Breite von 3,50 m und für die Gewölbe eine Spannweite von 4,50 m. Die Gewölbekämpfer liegen in Mittelwasserhöhe = + 2,5 m R. P. Die Wandstärke der Brunnen beträgt 1 m; der untere 1 m hohe Theil verjüngt sich nach der Sohle zu auf 0,38 m Stärke und ruht auf einem doppelten, buchenen Schling von 10 bezw. 8 cm Dicke, welcher unten durch schmiedeeiserne Unterlagsplatten und Winkeleisen verstärkt worden ist. Senkrechte und wagerechte Anker verbinden den Schling mit dem Mauerwerk und die Wände des letzteren untereinander. Der verjüngte Theil des Brunnenmauerwerks ist aus Ziegeln in Cementmörtel hergestellt. Die Ufermauer ist im übrigen in Bruchsteinmauerwerk aus Ruhrsandsteinen mit einem Mörtel aus gleichen Theilen Wasserkalk, Trafs und Sand aufgeführt. Die über Null liegenden Theile der Vorderfläche sind mit gespitzten Schichtensteinen von 0,15 bis 0,40 m Höhe verblendet. Die Gewölbe zwischen den Brunnen bestehen aus Ziegelmauerwerk.

Die Verlegung der Brunnenschlinge geschah im Trockenen so niedrig, als es der Wasserstand erlaubte; die Höhenlage der Schlingoberkanten beim Beginn der Senkung schwankte zwischen + 2,67 m R. P. und + 0,99 m R. P.

Abb. 1. Lageplan der Ufermauer am Kaiserhafen von Ruhrort.

Die Aufsenflächen der Brunnen wurden, soweit sie nach dem Versenken unter Null am Pegel zu liegen kamen, anfangs verputzt, um das Versenken möglichst zu erleichtern, späterhin wurde dies jedoch nicht mehr für nothwendig erachtet.

Nach dem Versenken der Brunnen, welches weiter unten im Zusammenhange beschrieben werden soll, wurde zunächst die durch die Baggerung ausgerundete, etwa auf — 3,30 m R. P. liegende Sohle durch Steinschüttung bis auf — 2,7 m R. P. wagerecht abgeglichen und demnächst der Brunnenkern je nach dem Wasserstande bis + 1 m bezw. + 1,5 m R. P. mit Beton verfüllt. Nach Erhärtung des Betons wurde dann das Wasser ausgepumpt und der Rest des Kerns mit Bruchsteinmauerwerk ausgefüllt.

Abb. 2. Ansicht. Abb. 3. Längenschnitt. Abb. 4. Querschnitt.

Abb. 5. Oberansicht. Abb. 6. Grundrifs. Abb. 7. Schnitt C D. Abb. 8. Schnitt E F.

Abb. 2 bis 8. Darstellung der Ufermauer.

Der zwischen den Brunnen und unter den Gewölben liegende Theil des Ufers fällt mit $1^1/_2$ facher Böschung bis zur Hafensohle hinab und hat zum Schutz gegen Abspülung unter Wasser einen Steinvorwurf, über Wasser ein leichtes Pflaster erhalten.

Der zwischen der Oberkante des Pflasters und dem Gewölbe verbleibende Raum ist durch eine Steinpackung ausgefüllt, welche wasserseitig durch eine Wand aus eingerammten alten Eisenbahnschienen abgestützt ist. Durch diese Bauart ist

eine rasche Entwässerung der Hinterfüllung der Ufermauer gewährleistet.

Nachdem die Brunnen in der obenbeschriebenen Weise fertiggestellt waren, wurden zunächst die Gewölbe zwischen den einzelnen Brunnen eingespannt. Auf die mittlere Gewölbebreite von 4,14 m wurden 3 Lehrbögen angeordnet, welche auf Kragsteinen des Brunnenmauerwerks aufruhten. Die über den Gewölben beginnende Aufmauerung hat unten eine Stärke von 1,63 m, oben von 0,70 m und ist durch eine 0,25 m hohe Schicht aus Niedermendiger Basaltlava abgedeckt. Die Mauer ist in gewöhnlicher Weise mit Reibepfählen, Schiffsringen und Steigeleitern ausgestattet. Reibepfähle sind alle 8 m, Schiffsringe alle 12 m und Steigeleitern alle 48 m angebracht.

Oestlich beim Punkte *a* grenzt, wie bereits oben erwähnt ist, die Ufermauer an die alte Mauer, westlich beim Punkte *b* an den Widerlagerkegel der Drehbrücke. Beide Anschlüsse sind in Abb. 2 bis 7 dargestellt. Der östliche Anschlufs wurde in folgender Weise ausgeführt. Der erste Brunnen wurde in einer Entfernung von 1,7 m von der alten Mauer bis auf die vorschriftsmäfsige Tiefe gesenkt, sodann der Raum zwischen dem Brunnen und der alten Mauer bis — 1,80 m R. P. ausgebaggert, auf beiden Seiten mit einer Spundwand eingefafst und bis Null am Pegel ausbetonirt. Das aufgehende Mauerwerk wurde dann zunächst mit einem Abstande von 8 cm auf jeder Seite nach dem Brunnen zu bis + 2,5 m R. P. und von da ab im Verbande mit der neuen Ufermauer hochgeführt. Nach der alten Mauer zu wurde der Abstand von 8 cm nur bis + 1,25 m R. P. beibehalten und von da ab das neue Mauerwerk stumpf gegen das alte gesetzt und nur durch eine Verzahnung (s. Abb. 6) eine Verbindung der beiden Mauern hergestellt. Der westliche Anschlufs an die Drehbrücke ist einfach und bedarf keiner Erläuterung.

Besonders beachtungswerth sind die Arbeiten zur Senkung der Brunnen, welche deshalb etwas genauer beschrieben werden sollen. Die Senkung wurde im allgemeinen auf dreierlei Weise ausgeführt:

1. durch unmittelbare Bodenförderung unter Wasserhaltung,
2. mittels Verticalbaggers,
3. mittels Sackbohrers.

Beim ersten Brunnen wurde probeweise auch die indische Schaufel zur Bodenförderung benutzt, welche sich aber bei dem aus festem Kies bestehenden Untergrunde nicht sonderlich bewährte und deshalb keine weitere Verwendung fand.

1. Unmittelbare Bodenförderung unter Wasserhaltung.

Die Wasserhaltung wurde durch eine oben auf dem Brunnen stehende Kreiselpumpe von 20,5 cm lichtem Rohrdurchmesser bewirkt, welche durch eine am Ufer stehende fahrbare Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wurde. Die Maschine leistete bei 120 Umdrehungen in der Minute 12 wirkliche Pferdekräfte. Die Bodenförderung geschah nun in der Weise, dafs drei auf dem Boden des Brunnens stehende Arbeiter den mit Hacken gelösten Boden in Blecheimer von etwa 0,1 cbm Inhalt füllten, die dann vermittelst einer einfachen Kabelwinde durch die oben stehenden Arbeiter emporgewunden und in einen neben dem Brunnen liegenden Prahm abgestürzt wurden. Der Wasserandrang im Boden war stets bequem zu bewältigen. Bei einzelnen Brunnen drangen aber auch nicht unbeträchtliche Wassermengen durch die Seitenwände des Brunnens ein; in diesem Falle mufste die Senkungsweise schon wegen des unangenehmen Aufenthalts für die im Brunnen befindlichen Arbeiter aufgegeben werden. Mufs mit dem Versenken der Brunnen bald nach ihrer Aufmauerung begonnen werden, dann ist es mit Rücksicht auf die Festigkeit und Dichtigkeit der Brunnenwände zweckmäfsiger, statt des langsam erhärtenden Trafsmörtels Cementmörtel zu verwenden. Es mufs bei dieser Senkungsweise grofse Vorsicht angewendet werden, da der Brunnen sich manchmal plötzlich bedeutend setzt und namentlich bei gröfserem Wasserspiegelunterschiede, also bei bereits vorgeschrittener Senkung heftige Einbrüche von Boden nicht zu vermeiden sind. Für die Senkungsarbeit waren durchschnittlich 8 Mann erforderlich, welche an Tagelohn erhielten:

3 Mann im Brunnen je 7 ℳ = ...	21,00 ℳ
2 Mann oben an der Winde je 3 ℳ = . .	6,00 ℳ
1 Mann zum Ausschütten des Bodens aus dem Eimer in den Prahm	3,00 ℳ
1 Maschinenwärter an der Dampfmaschine . .	4,50 ℳ
1 Heizer desgl.	2,50 ℳ
zusammen	37,00 ℳ

Die drei Mann im Brunnen arbeiteten nur einen halben Tag und lösten sich dann mit den oben auf dem Brunnen stehenden drei Mann ab.

Die bei diesem Arbeitsverfahren erzielte tägliche Senkung schwankte zwischen 0,02 m und 1,55 m und betrug durchschnittlich 0,57 m. Der Erfolg wuchs mit der fortschreitenden Einübung der Arbeiter ganz wesentlich. In der ersten Hälfte der Arbeit betrug die durchschnittliche tägliche Senkung 0,46 m, in der letzten Hälfte dagegen 0,68 m.

Von den 36 Brunnen sind 5 ausschliefslich in dieser Weise gesenkt.

2. Senkung mittels Verticalbaggers.

Der Bagger war ein gewöhnlicher Verticalbagger mit 15facher Uebersetzung, dessen Eimer 0,05 cbm fafsten. Die Bedienung bestand durchschnittlich aus 8 Mann, von denen an Arbeitslohn für den Tag erhielten:

1 Baggermeister	5 ℳ
6 Mann an den beiden Kurbeln je 3 ℳ = . .	18 ℳ
1 Mann an der Schüttrinne	3 ℳ
zusammen	26 ℳ

Die bei diesem Verfahren erzielte tägliche Senkung schwankte zwischen 0 und 0,97 m und betrug durchschnittlich 0,28 m. Der Erfolg war also nur halb so grofs als bei der ersten Arbeitsweise. Dagegen sind beim Baggern nachtheilige Bewegungen des umliegenden Erdreichs naturgemäfs weit weniger zu fürchten, als bei der Bodenförderung unter Wasserhaltung.

3. Senkung mittels Sackbohrers.

Die Bodenförderung mittels des Sackbohrers, dessen Sack etwa 0,02 cbm fafste, wurde hauptsächlich verwandt zum Geraderichten der Brunnen und vor allem gegen Ende des Senkens, um den Brunnen möglichst genau auf die vorgeschriebene Tiefe zu bringen. Die Leistung ist bei diesem Verfahren naturgemäfs gering, die tägliche Senkung schwankte zwischen 0 und 0,15 m und betrug durchschnittlich 0,04 m. Der Sackbohrer wurde durch zwei Mann bedient.

Auf Grund der während der Arbeit gemachten Erfahrungen erschien es im vorliegenden Falle am zweckmäfsigsten, die Brunnen zunächst durch unmittelbare Bodenförderung unter Wasserhaltung soweit zu senken, bis der Unterschied zwischen Aufsenwasser und Brunnensohle etwa 3 m betrug. (Der gröfste Wasserspiegelunterschied, bei welchem noch Boden unter Wasserhaltung gefördert worden ist, beträgt 4,12 m.) Es wurde dann mit Pumpen aufgehört und mit dem Verticalbagger weiter gesenkt, die letzten 0,30 m endlich wurden mit dem Sackbohrer herausgenommen. In dieser Weise sind 15 Brunnen gesenkt, bei 6 Brunnen ist nur der Verticalbagger und Sackbohrer, bei einem nur der Verticalbagger zur Anwendung gekommen.

Kosten der Ufermauer.

Die Gesamtkosten der 284,5 m langen Ufermauer haben rund 153523 ℳ betragen, das Längen-Meter Mauer kostet demnach 540 ℳ. Der obige Betrag setzt sich folgendermafsen zusammen:

1.	Maurerarbeiten und Material	94807 ℳ
2.	Senken der Brunnen	22580 ℳ
3.	Anlieferung und Verlegung der Brunnenschlinge	12612 ℳ
4.	Heranschaffen, Bearbeiten und Einrammen der Eisenbahnschienen	1376 ℳ
5.	Anschüttung von Inseln und Hinterfüllung der Ufermauer	4537 ℳ
6.	Lieferung und Einrammen der eichenen Reibepfähle	2518 ℳ
7.	Lieferung und Anbringung von Steigeleitern und Schiffsringen	908 ℳ
8.	Bauaufsicht	3378 ℳ
9.	Insgemein	10807 ℳ
	zusammen	153523 ℳ

Hierbei ist der Werth der eingerammten alten Eisenbahnschienen nicht mit berücksichtigt. Auf das Meter Ufermauer sind 9,6 m Schienen im Gewichte von rund 290 kg verbraucht, welche bei einem Verkaufswerth von 70 ℳ für die Tonne rund 20 ℳ werth sind. Hiernach erhöhen sich also die Kosten für das Meter Ufermauer auf 560 ℳ.

Die Mauer enthält an Mauerwerk für das Meter Uferlänge:

Ziegelmauerwerk	1,28 cbm
Bruchsteinmauerwerk	12,23 cbm
Beton	2,29 cbm
Gewölbemauerwerk	1,89 cbm
Deckplatten	0,18 cbm
zusammen	17,87 cbm.

Von Baustoff- und Arbeitspreisen seien erwähnt:

1 cbm Bruchsteine	5,50 ℳ
1000 Ziegelsteine	27,80 ℳ
100 kg Wasserkalk (gebrannt)	1,32 ℳ
100 kg Trafs (gemahlen)	1,02 ℳ
100 kg Portland-Cement	4,82 ℳ
Anlieferung und Verlegung eines Brunnenschlings (1,8 cbm Holz)	296,00 ℳ
Verankerung dazu	52,00 ℳ
Ausführung von 1 cbm Mauerwerk	3,00 ℳ
Ausführung von 1 cbm Beton	5,50 ℳ
Senken eines fallenden Meters Brunnen	120,00 ℳ

Dafs der letztgenannte Satz den wirklichen Ausführungskosten ziemlich entspricht, ergiebt sich nach den Büchern des Unternehmers Meyer in Ruhrort, welche den Unterzeichneten zur Verfügung gestellt sind.

Der Unternehmer hat die 24 westlichen Brunnen gesenkt und zwar zusammen 98,88 fallende Meter, wofür er vertragsmäfsig 11866 ℳ erhalten hat.

Seine Ausgaben haben betragen:

Arbeitslöhne	7161 ℳ
Kohlen für die Dampfmaschine (117 Betriebstage)	318 ℳ
Beförderung und Unterhaltung der Maschinen und Geräthe	1110 ℳ
Als Unternehmergewinn ist anzusetzen	
1. 10 pCt. der Arbeitslöhne	716 ℳ
2. Für Beaufsichtigung, Buchführung, Abschreibung für Abnutzung der Geräthe usw. an 190 Arbeitstagen je 10 ℳ =	1900 ℳ
zusammen	11205 ℳ

Es sei hierzu noch bemerkt, dafs die Dampfmaschine, die Kreiselpumpe und der Verticalbagger seitens der Bauverwaltung gestellt worden waren, aber vom Unternehmer unterhalten werden mufsten.

Die Bauausführung begann im August 1883 und wurde im Mai 1886 beendigt. Das Senken der Brunnen fiel wesentlich in die Jahre 1884 und 1885; im Jahre 1883 wurden rund 3, 1884 83 und 1885 63 fallende Meter Brunnen gesenkt.

Die Oberleitung des Baues hatte der damalige Wasserbauinspector Haupt. Der Entwurf ist von dem damaligen Regierungs-Baumeister Gerhardt aufgestellt, welcher auch die besondere Bauleitung bis zum April 1884 hatte. Von da ab bis zum April 1885 erfolgte die Ausführung des Baues durch den damaligen Regierungs-Baumeister Boden, sodann bis zur Vollendung durch den damaligen Regierungs-Baumeister Rohns. Aufserdem waren bei dem Bau nach einander die Regierungs-Bauführer Bölte und Middeldorf thätig.

Haupt. Rohns.

Pulsometeranlage zur Förderung von Baggerboden aus Prähmen bei Erbauung eines Bohlwerks am linken Weichselufer oberhalb Neufahrwasser.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 34 im Atlas.)

Bei den Baggerarbeiten für den Bau des Bohlwerks der Weichseluferbahn auf dem linken Ufer der todten Weichsel oberhalb Neufahrwasser im Jahre 1887/88 stellte sich heraus, dafs ein Theil des gewonnenen Bodens dickbreiiger Schlick war, der nur schwierig aus den Prähmen ausgekarrt werden konnte. Soweit als angängig, wurden Prähme mit derartigem

Boden in See geschleppt, ein grofser Theil mufste indessen in Ermangelung besseren Bodens zur Aufhöhung des Geländes hinter dem neuerbauten Bohlwerk benutzt werden. Die Kosten des Auskarrens stellten sich für das Cubikmeter Boden — in den Prähmen gemessen — auf 0,60 ℳ bei einer Förderweite von 30 bis 50 m, einschliefslich Herstellung der zum Anlegen der Prähme und für die Karrfahrten nöthigen Gerüste, jedoch ausschliefslich der Ausbesserung der Karren und der Beschaffung des für die Gerüste und die Karrfahrten nöthigen Holzes.

Um die Ausgaben für die Erdauffüllung zu ermäfsigen, wurde Maschinenbetrieb zur Entleerung der Baggerprähme in Aussicht genommen. Hauptbedingung war, dafs eine derartige Vorkehrung nur geringen Raum in dem für den Baggerboden bestimmten Theil des Prahmes einnähme, und dafs sie ferner leicht von einem Prahm zum andern sich bewegen liefse. Aus ersterem Grunde wurde von vornherein angenommen, und zwar im besonderen noch in Anbetracht der in den Laderäumen befindlichen Längs- und Querträger der eisernen Baggerprähme, sowie der zum Lösen und Feststellen der Bodenklappen dienenden Ketten (s. Abb. 1, Bl. 34), dafs in dem Baggerprahm selbst nur ein Saugrohr aufgestellt werden könne und dafs die Fortbewegungsmaschine für den Boden oberhalb oder seitwärts befestigt sein müsse. Aus dem zweiten Grunde war die Fördermaschine selbst entweder auf einem besondern Prahm fest aufzustellen und von derselben ein bewegliches Saugrohr in den Prahm zu leiten, oder aber es mufste die gesamte Maschine an einem Krahnbalken aufgehängt sein, um sie leicht heben und senken zu können.

Mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des Bodens wurden Pumpen in Aussicht genommen und zwar solche, deren Einzeltheile wenig von dem Boden zu leiden versprachen. Im Jahre 1884 war nun hierorts mit einem kleinen vorhandenen Neuhausschen Pulsometer der Versuch gemacht, reinen feinkörnigen Sand aus dem Seegrunde am Strande hinter ein Uferdeckwerk nahe der Westmole zu pumpen. Es zeigte sich dabei, dafs auch durch ein kleines Pulsometer ohne besonderes Rührwerk Sand angesogen und gefördert wurde derart, dafs sich im Seegrunde dort, wo das Saugrohr des Pulsometers angriff, unter dem unbegrenzten Wasserzutritt regelmäfsige trichterförmige Löcher bildeten. Eine weitere Ausbildung der Anlage hatte indessen damals nicht stattgehabt, da es nicht möglich war, an bezeichneter Stelle mit Rücksicht auf den Seegang dauernd einen Prahm festzulegen, und weil weiter der beständige Umbau der Gerüste bei Aufstellung der Vorrichtung auf dem Lande Kosten und Schwierigkeiten veranlafst hätte, welche zu der geringen Menge des damals zur Hinterfüllung nöthigen Bodens in keinem Verhältnifs gestanden hätten. Der Versuch hatte aber genügt, um zu zeigen, dafs gerade das Pulsometer verschiedene für die vorliegenden Zwecke vorzügliche Eigenschaften besitzt. Es sind dies:

1. Die leichte Beweglichkeit der Maschine, welche in keiner Weise an feste Aufstellung gebunden oder mit Kraftübertragungen zu betreiben ist, bei welcher vielmehr ein einfaches Dampfrohr mit der nöthigen gelenkigen Verbindung genügt, um die Maschine in jeder Lage sofort zum Betriebe zu bringen.

2. Das gänzliche Fehlen jeglicher auf einander gleitender Metalltheile, die, wenn sie beim Betriebe mit Sand in Berührung kommen, der Abnutzung bedeutend unterworfen sind.

3. Die einfache und wenig umständliche Wartung der Maschine, die jedermann mit Leichtigkeit erlernen kann.

4. Die einfache Bauart der Maschine und die ohne Mühe zu bewerkstelligende innere Untersuchung, welche unvorherzusehende längere Betriebsstörungen derselben ausschliefst.

Obiger Versuch und die Erwägung der Eigenschaften des Pulsometers waren Veranlassung, für die jetzt beim Bau des Bohlwerks der Weichseluferbahn beabsichtigte Bodenförderung, welche für die zur Ausführung genehmigte Hälfte der beabsichtigten Strecke allein rund 100000 cbm umfafst, mit der Commanditgesellschaft M. Neuhaus u. Co. in Berlin in Verbindung zu treten, um möglicherweise ein dieser früher zu ähnlichem Zwecke auf Pulsometeranlagen gegebenes Patent hier zur Anwendung zu bringen. Die längeren Verhandlungen führten zum Abschlufs eines Vertrages mit folgenden wesentlichen Bedingungen:

1. Es übernimmt die Gesellschaft M. Neuhaus u. Co. die Lieferung einer Pulsometeranlage, bestehend aus:

a) einem Pulsometer Nr. 9 (Leistung ungefähr 1800 l Wasser in der Minute bei einer Förderhöhe von 5 m) nebst zugehörigen Saug-, Druck- und Dampfrohren zur Förderung von dickbreiigem Boden, und

b) einem Pulsometer Nr. 4 (Leistung ungefähr 500 l Wasser in der Minute) nebst zugehörigen Rohrleitungen zur Förderung von Wasser zur Verdünnung des Bodens,

zu einem Gesamtpreise von 1873,36 ℳ.

2. Die Lieferung der Anlage hat in 14 Tagen zu erfolgen.

3. Als Leistung der Pulsometeranlage wird eine Förderung von 720 cbm dickbreiigen Bodens innerhalb 12 Stunden festgesetzt, bei Anwendung eines hier zur Verfügung stehenden Dampfkessels von 38 qm Heizfläche und $1^1/_2$ Atmosphären Druck. Sollte mit der Anlage vorgenannte Leistung nicht erreicht werden, so tritt eine Verminderung des Preises im Verhältnifs zu der gebaggerten Bodenmasse ein, bei einer Förderung von weniger als 400 cbm wird die Anlage indessen überhaupt nicht abgenommen.

Bei der Ausführung der Anlage trat eine Aenderung zu Gunsten derselben dadurch ein, dafs der früher zur Verfügung stehende Kessel anderweitig benutzt werden mufste und statt dessen ein stärkerer Locomotivkessel mit ungefähr 80 qm Heizfläche und einer Dampfspannung von 3,5 Atmosphären benutzt werden konnte.

Die Lieferung der Pulsometer nebst Zubehör geschah pünktlich, die Zusammenstellung erfolgte in der Art, wie sie Abb. 2 zeigt. Bald nach Beginn der Versuche stellte sich heraus, dafs die Gesamtanlage den gestellten Anforderungen nicht entsprach und an folgenden Fehlern litt:

1. Die Wasserzuführung mittels des Pulsometers Nr. 4 — ungefähr 500 l in der Minute — genügte nicht, um den Boden hinreichend zu verdünnen und das den Boden fördernde Pulsometer Nr. 9 mit einer Leistung von 1800 l ununterbrochen arbeiten zu lassen.

2. Die Oeffnungen des Saugkorbes und der Ventile des Pulsometers Nr. 9 waren zu klein, um Stücke Schlick, sowie kleinere Verunreinigungen durchzulassen.

3. Die Ventile der Pulsometer versagten vollständig, wenn Verunreinigungen in dieselben gelangten.

Der zu fördernde Boden war Schlick, welcher bei Baggerungen an der Oberfläche der Flufssohle dickbreiig war, in

seinen tiefer liegenden Lagen sich indessen fester zeigte. Derselbe zertheilt sich langsam beim Einspritzen von Wasser. Verunreinigt war der Boden durch Holzstücke, Nägel, Tauenden usw., da früher ausgedehnte Holzlager an dem Baggerungsorte sich befunden hatten.

Zur Vermeidung vorerwähnter Uebelstände wurden zunächst die Oeffnungen in dem Saugkorbe vergröfsert (s. Abb. 3). Eine Vergröfserung der Ventilöffnungen in dem gelieferten Pulsometer wollte die Fabrik nicht vornehmen, da sie befürchtete, durch Hinausschlagen einzelner Theile des Ventilsitzes das ganze Pulsometer zu verderben; die Fabrik sandte deshalb ein zweites Pulsometer, welches statt der Ventile mit sternförmiger Scheibe und Gummiplatte solche mit senkrechtem Hub der Gummiplatte besafs (s. Abb. 4).

Weder das eine noch das andere Ventil eignete sich zu Bodenförderungen, Unreinigkeiten setzten dieselben baldigst zu. Besonders störend waren Werg und Tauenden. Die Anwendung von Metallventilen erschien ausgeschlossen, da bei dem Eintritt von Unreinigkeiten am Schlufs der Pulsation zweifellos ein vollständiger Wasserabflufs der Pulsometerkammer eingetreten wäre; für fernere Versuche war man daher nothwendigerweise allein wieder auf Ventile mit Gummi- oder Lederklappen angewiesen.

Nach dem Mifslingen der geschilderten Versuche erbot sich die Gesellschaft, nachdem deren Chef, Herr M. Neuhaus, sich persönlich von den Uebelständen überzeugt hatte, ein gröfseres Pulsometer mit besonders gebildeten Ventilen zur Bodenförderung auf den Bauplatz zu senden, sowie ein zweites kleineres zur Förderung von Wasser; Herr Neuhaus stellte aufserdem anheim, das bis jetzt zur Bodenförderung dienende gleichfalls im Bedarfsfalle zur Wasserförderung zu benutzen.

Die auf diese Weise entstandene Anlage ist in der Zeichnung Abb. 8 (a, b, c) dargestellt und besteht aus folgenden Theilen:

1. einem alten Locomotivkessel *a* von 80 qm Heizfläche und 3,5 Atmosphären Ueberdruck,

2. einer Locomobile *b* von 12 qm Heizfläche und 3,5 Atmosphären Ueberdruck,

3. einem Neuhausschen Pulsometer Nr. 11 — *c* — mit einer Leistungsfähigkeit von 3300 l Wasser in der Minute zur Förderung des Bodens,

4. den Pulsometern Nr. 4, 6 und 9 (*d*) mit einer Leistung von 500 l bezw. 850 l und 1800 l Wasser in der Minute zur Förderung von Wasser zur Verdünnung des Bodens und Zuführung desselben zum Saugkorb,

5. den zugehörigen, nur zu vorübergehendem Gebrauche hergestellten Dampfleitungen *e*,

6. den zu gleichem Gebrauche hergestellten Wasserleitungen *f* von den kleinen Pulsometern zum Baggerprahm, bestehend aus schmiedeeisernen Röhren mit angesetzten Gummispiralschläuchen, an deren Enden Spritzenmundstücke zur Drosselung der Wasserstrahlen befestigt sind,

7. der Druckleitung *g* für die Bodenförderung, Gummispiralschlauch mit daran anschliefsendem schmiedeeisernen Rohre *h* und hölzerner Rinne *i*,

8. den Auslegern *k* zum Aufhängen des Pulsometers Nr. 11, sowie der Abflufsrinne nebst zugehörigen Winden *l* und Flaschenzügen *m*.

Die Aufstellung der unter 2) erwähnten Locomobile *b* war nothwendig, da die Dampfentwicklung des Locomotivkessels *a* zu langsam erfolgte, um die Dampfspannung auf ungefähr 3 Atmosphären zu halten. Diese Spannung von 3 Atmosphären zeigte sich als nothwendig für eine erfolgreiche Bodenförderung.

Als Ventile besitzt das Pulsometer Nr. 11 zur Bodenförderung sogenannte „Lippenventile" (s. Abb. 5), bei welchen der Fehler der früher erwähnten Ventile, dafs dieselben beim Eintreten von Verunreinigungen versagen, beinahe vollständig vermieden ist. Dieselben sind ganz aus Gummi hergestellt. Zur Verdichtung des Dampfes besitzt genanntes Pulsometer, abgesehen von den in der Trennungswand der beiden Pulsometerkammern liegenden Strahlöffnungen, noch eine zweite, Herrn Neuhaus patentirte Vorrichtung, welche an der Aufsenseite des Pulsometers befestigt ist und in einfachster Weise aus einer besonderen Wasserzuleitung besteht, die je nach dem Eintritt der Leere oder der Dampfspannung in den beiden Pulsometerkammern durch Rückschlagventile geschlossen oder geöffnet ist (s. Abb. 6). Durch Anwendung dieser zweiten Condensationsvorrichtung wurde der Gang des Pulsometers regelmäfsig, und es kamen Störungen, wie solche früher bei einfacher Condensation in gewöhnlicher Art sich zeigten, nicht mehr vor. Die Wasserzuleitung erfolgte in diesem Falle durch eine an die Druckleitung des Pulsometers Nr. 4 angebrachte Zweigleitung.

Der Saugkorb des Pulsometers Nr. 11 besteht, wie die Abb. 7 darstellt, aus einer unteren und oberen Bodenplatte, welche durch in 50 mm Abstand stehende vierkantige Eisen verbunden sind.

Die Entleerung der Prähme findet mittels vorbeschriebener Anlage in der Weise statt, dafs zunächst das Pulsometer soweit gesenkt wird, dafs der Saugkorb ungefähr 20 cm in dem Boden steht; alsdann beginnt die Wasserzuführung, und zwar je nach dem Boden mit den Pulsometern Nr. 4, 6 und 9 oder mit zweien derselben. Bei der Förderung von festem Schlick ist es nothwendig, dafs zur Zertheilung der Bodenmassen die Wasserstrahlen mit grofser Geschwindigkeit zugeführt werden, wogegen bei Sand sich die Geschwindigkeit des Wassers bedeutend ermäfsigen läfst. Schwierigkeiten bereitet Boden, der zum Theil aus Sand und zum Theil aus Schlick besteht, da bei reichlicher Wasserzuführung der Boden plötzlich den gesamten Saugkorb in der Weise umgiebt, dafs kein Eintritt mehr erfolgen kann. Bei Aufmerksamkeit der Arbeiter, welche die Wasserzuführungsschläuche führen, wird indessen nach einiger Uebung nur selten ein Versagen der Pulsometer hierdurch hervorgerufen.

Nachdem durch das Mifslingen des ersten Versuches, dann durch viele Aenderungen sowohl hinsichtlich der gewählten Pulsometer als der Gesamtanordnung die Auflösung des vorerwähnten Vertrages mit der Commanditgesellschaft M. Neuhaus u. Co. nothwendig geworden war, und nachdem man ferner mit der in den Zeichnungen dargestellten Anlage genügend Versuche über eine ziemlich erfolgreiche Bodenbewegung angestellt hatte, wurde ein neuer Vertrag abgeschlossen, nach welchem sich die Gesellschaft verpflichtete, 10000 cbm Boden zu einem Preise von 0,40 *M* für das Cubikmeter aus Baggerprähmen hinter das Bohlwerk zu fördern. Der Vertrag enthielt die Bedingungen, dafs die Bodenbewegung innerhalb eines festgesetzten Zeitraumes ausgeführt sein müsse, dafs kleinere Ausbesserungen an den von der Verwaltung gestellten Kesseln usw. die Gesellschaft selbst auszuführen habe, dafs bei gröfseren Ausbesserungen an den Dampfkesseln, welche eine längere Störung verursachten, die bis zu dem Tage der Störung geförderte Bodenmasse bezahlt

würde. In letzterem Falle solle ein Schadenersatz von der Unternehmerin indessen nicht beansprucht werden können.

Die Gesellschaft besetzte nunmehr die Pulsometeranlage mit einem Maschinisten, zwei Heizern zur Wartung der Kessel und der Pulsometer, sowie drei Arbeitern zur Bedienung der Schläuche, zur Heranschaffung der Kohlen und zum Aufwinden des Pulsometers. Dem Maschinisten lag die Aufsicht über die Arbeiter ob, aufserdem hatte derselbe sämtliche kleine vorkommende Ausbesserungen auszuführen, die in reichlichem Mafse zum Theil durch die nur vorübergehendem Gebrauche dienende Gesamtanlage, zum gröfsten Theile aber durch den zur Verfügung stehenden alten abgenutzten Locomotivkessel hervorgerufen wurden. Die Löhnung der Arbeiter erfolgte theils in Tagelohn, theils in Stückpreis und zwar in der Weise, dafs die beiden Heizer und die drei Arbeiter 0,10 ℳ für die Förderung von je 1 cbm erhielten, dem Maschinisten ein Tagelohn von 7 ℳ und bei Mehrleistungen als 135 cbm für den Tag ein Zuschufs von 3 ₰ für jedes fernere Cubikmeter gezahlt wurde. Der Verdienst der Arbeiter betrug durchschnittlich 2,85 ℳ, derjenige der Heizer 4,10 ℳ und derjenige des Maschinisten 8,10 ℳ.

Gefördert wurden in der Zeit vom 20. August bis zum 23. September d. Js. in 28 Arbeitstagen 4593 cbm oder durchschnittlich an einem Tage 164 cbm; die gröfste tägliche Leistung belief sich auf annähernd 270 cbm. Die der Commanditgesellschaft in vorerwähnter Zeit entstandenen Auslagen betragen 1339,32 ℳ, sodafs ohne Berücksichtigung der Abnutzung der Pulsometer das Cubikmeter Boden zu bewegen 0,292 ℳ gekostet hat.

Am 23. September mufste der Betrieb eingestellt werden, da sich bei dem alten Locomotivkessel die Feuerbüchse derartig abgenutzt zeigte, dafs durch einfaches Verstemmen eine Dichtung nicht mehr erfolgen konnte. Ein zweiter ebenfalls angewendeter Locomotivkessel erzeugte noch weniger Dampf, als der erste, und es wurde deshalb und unter der weiteren Berücksichtigung der vorgeschrittenen Jahreszeit für dieses Baujahr der Betrieb eingestellt.

Nach obigen Angaben dürfte das Ergebnifs der Bodenbewegung mittels der Pulsometeranlage immerhin als günstig bezeichnet werden können, und dies umsomehr, wenn man berücksichtigt, dafs der Versuch mit einer roh zusammengesetzten Anlage ausgeführt wurde, bei welcher nur vorhandene Gegenstände, als Prahm, Kessel, Pulsometer benutzt werden konnten. Das allmähliche Zusammenbauen, sowie das Gebundensein an vorbestimmte Orte auf dem Prahm liefs die Gesamtanlage nicht einheitlich genug herstellen, was einmal die Bedienung erschwerte und aufserdem lange Rohrleitungen und Dampfverluste bedingte. Als bekannte nicht zu unterschätzende Mängel der vorübergehenden Anlage seien weiter noch folgende erwähnt:

1. Die beschriebenen Gummilippenventile waren für das Pulsometer Nr. 11 zu klein, dieselben hatten nur einen Durchmesser von 150 mm statt 180 mm, sodafs nur eine unvollkommene Ausnutzung des Pulsometers möglich war.

2. Das Pulsometer selbst hatte nicht vollständig die für Bodenbewegung nöthige Form, welche schlanke Linien in allen Uebergängen bedingt.

3. Es ging sehr viel Zeit durch fortwährende Nachhülfen an dem alten Locomotivkessel verloren. Anfangs verursachte die Speisung des Kessels mit der vorhandenen Dampfpumpe viele Störungen, später, nach Ersetzung der Speisepumpe durch eine Dampfstrahlpumpe, gab es fortwährende Undichtigkeiten des Kessels.

4. Die Gesamtanlage war nicht überbaut, die Dampfleitungen waren nicht bekleidet, sodafs bei feuchtem und kühlerem Wetter der Betrieb sehr gestört war und grofser Dampfverbrauch stattfand.

5. Die Form der zu entleerenden Prähme war für den in Frage stehenden Zweck eine ungünstige. Das Heranschwemmen des Bodens zu dem Saugrohr des Pulsometers aus den entfernter liegenden Theilen des Prahms, welche gröfstentheils weit aufserhalb der Grenzen der natürlichen Böschung des Bodens liegen, verursachten sehr vielen Zeit- und Kraftverbrauch, welcher bei dem Vorhandensein von Prähmen mit grofsem trichterförmigen Laderaum erspart wären.

Nimmt man an, dafs bei Abstellung aller dieser bekannten Mängel und bei Herstellung einer möglichst vollkommenen Pulsometeranlage an dem oben ermittelten Betriebspreis nur wenig noch erspart würde, so dürfte selbst unter Hinzurechnung der Abnutzungskosten für die Anlage für viele Orte und Verhältnisse der Preis ein solcher bleiben, dafs es sich lohnte, der Sache durch weitere Versuche, womöglich durch Beschaffung einer vervollkommneten Anlage, näher zu treten. Im hiesigen Hafen leistete beispielsweise selbst der oben beschriebene unvollkommene Maschinenbetrieb den gar nicht gering zu veranschlagenden Dienst, die Lohnforderungen der Erdarbeiter zu ermäfsigen, zumal da sie sahen, dafs die Maschine mit sechs Mann Bedienung täglich das Fünf- bis Sechsfache leistete von dem, was sie mit zwölf Mann aus den Baggerprähmen auszukarren im Stande waren.

Wenn man weiter bedenkt, mit welchem Aufwande an kostbaren und theuer zu unterhaltenden starken Schleppdampfern und Klappenprähmen in den meisten Häfen das Baggergut, welches vielfach aus landwirthschaftlich zur Aufhöhung und Urbarmachung von Oedland vorzüglich zu verwerthendem Boden besteht, in See geschleppt und jedenfalls nutzlos, vielleicht aber auch schädlich für die Küstenfischerei versenkt wird; wenn man ferner bedenkt, wie häufig dieses Schleppen durch Stürme verhindert wird und dann tagelang der Baggerbetrieb ruht, so mufs man jede Möglichkeit versuchen, in diesen Verhältnissen Wandel zu schaffen.

Zweifellos giebt es noch viele andere Verhältnisse und Orte, an denen Förderung von mit Wasser verdünntem Boden durch Maschinen zweckmäfsig ist. Das Pulsometer, wenn auch vielleicht noch in ganz anderer Gestalt und Anordnung, dürfte dazu als Pumpe wegen vieler ihm innewohnender vorzüglicher Eigenschaften ganz besonders geeignet sein.

E. Kummer.

Die Entwässerung der Linkuhnen-Seckenburger Niederung.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 16 bis 18 im Atlas.)

(Schlufs.)

Wie bereits im Abschnitt 5 unter c) erwähnt, hatte man in Petricken eine dritte Schöpfmaschine, eine Kreiselpumpe, angelegt, welche leicht versetzbar war. Man entschlofs sich daher im Jahre 1871 (sieben Jahre nach ihrer Erbauung), dieselbe etwa 6 km stromaufwärts an der Schalteik und an der früheren Ausmündungsstelle der Warsze neu aufzustellen und für eine gröfsere Senkung des Wasserspiegels in der Warsze einzurichten. Bei der Erbauung in Petricken war der Kreisel derart angelegt, dafs er so lange Wssser schöpfen konnte, als dieses über Ord. + 0,94 m im Zuleiter stand. Aus dem natürlichen Aufstau in dem etwa 5,5 km langen Warsze-Canal ergab sich am Ende des Warsze-Baches dementsprechend ein Wasserstand auf Ord. + 1,25 m a. P. P. Indem man nun den Kreisel bei der neuen Aufstellung 47 cm tiefer als in Petricken gründete, wurde derselbe geeignet, den Wasserstand der Warsze um (1,25 — 0,94 + 0,47) = 0,78 m zu vertiefen und dadurch für die anschliefsenden Canäle eine viel bessere Vorfluth zu schaffen. Von dem Gedanken ausgehend, auch eine der Petricker Maschinen für den Betrieb des Kreisels zu benutzen, entschied man sich doch bei der Ausführung, eine neue Dampfmaschine zu beschaffen, und somit entstand unter Benutzung eines alten Kreisels das neue Hebewerk Warsze und der dem entsprechend benannte fünfte Polder. Wie es schon in Jodgallen geschehen, versah man den Kreiselkopf zur Abhaltung des Schalteik-Rückstaues mit Stemmthoren, welche sich nach dem Aufsenwasser zu selbstthätig öffnen, und ersparte dadurch eine Auslafsschleuse, da bei dem Aufgehen der Thore bei niedrigem Aufsenwasser die freie Auswässerung durch den Kreisel ihren Weg findet.

Aehnliche Klagen erhoben die Besitzer der Feldmarken Wolfsdorf, Lakendorf, Schönrohr; dieselben mufsten um so eher Berücksichtigung finden, als durch die Bedeichung der Schalteik und Laak thatsächlich einem Gebiet von 890 ha, welches zum Theil aus vorzüglichem halbhohen Niederungsboden, zum Theil aus fruchtbaren Wiesen bestand, seine frühere, freie Auswässerung entzogen war. Als Ersatz dafür hatte man den alten, die Wiesen von Hochzins, Leitwaren und Wolfsdorf durchziehenden Wassergang unter dem Namen Leitwarer und Wolfsdorfer Canal und den die höheren Feldmarken Lakendorf und Schönrohr durchziehenden Ziegelberger Wassergang vereinigt, mittels eines Dükers unter dem Laakbett hindurch dem rechtsseitigen Schalteikvorfluther zugeführt. Dieser Schalteikvorfluther besafs nur geringes Gefälle, ergofs sich in die abgedämmte Warsze und war bei einer Länge von 7,5 km bei westlichen Winden einem starken Rückstau ausgesetzt, infolge dessen sowohl bei plötzlicher Frühjahrsschmelze wie auch bei starken Herbstregengüssen werthvolle Ackerflächen der genannten Gemarkungen überschwemmt wurden. Beobachtungen ergaben, dafs vor Fertigstellung des Warsze-Hebewerks, als die Entwässerung der Warsze noch dem Petricker Werke zufiel, bei der Laakunterführung zeitweise das Wasser 0,89 bis 1,18 m höher als in Petricken stand, während dieser Rückstau rechnungsmäfsig nur 16 cm betragen sollte. Hierzu trat der Umstand, dafs man nach der Erbauung von Warsze die Ausmündung der Laak in die Schalteik geschlossen hatte und der rechtsseitige Schalteikvorfluther nunmehr als Entwässerungscanal für die Laak in Anspruch genommen wurde.

Unter der Annahme, dafs von den 890 ha $8{,}90 \times 0{,}125 = 1{,}12$ cbm Wasser in der Secunde als Niederschläge zeitweise geliefert werden konnten und selbst unter ungünstigen Verhältnissen die Wassermenge des bordvoll gefüllten Lakendorfer Canals mit 0,31 cbm nach dem Vorfluther abführbar bleiben würde, ging man dazu über, für die übrigen $1{,}12 - 0{,}31 = 0{,}81$ cbm Wasser für die Secunde ein kleines Dampfschöpfwerk anzulegen, welches in die eingedeichte Schalteik ausschöpfen sollte. Unter Annahme einer nutzbaren Hubhöhe von 0,94 m, eines Hubverlustes von 0,16 m und einer Nutzleistung der Maschine von 60 pCt. ergab sich die erforderliche Maschinenkraft zu $\frac{0{,}81 \cdot 1000 \cdot 1{,}1 \cdot 100}{75 \cdot 60}$ = rund 20 Pferdekräften. Hiermit war im Jahre 1872 als sechster Polder der Wolfsdorfer Polder gebildet.

Endlich hat man im Jahre 1880 noch für die Entwässerung der rechtsseitig an der eingedeichten Kurwe gelegenen tiefen Ländereien als Aushülfe eine kleine Schöpfvorrichtung bei Alekneiten aufgestellt, nachdem es erwiesen war, dafs die Unterführung bei Alekneiten nicht rasch genug das nördlich der Kurwe-Bedeichung sich ansammelnde Frühjahrswasser dem Bambelcanal zuführte. Abgesehen von diesem aus Centrifugalpumpe mit Locomobilenbetrieb bestehenden Hülfswerk für den Schnecker Polder, welches das Wasser in einer geschlossenen Rohrleitung über den Damm schleudert, besteht das Gebiet nunmehr aus sechs Poldern, deren Abgrenzungen untereinander auf dem Uebersichtsplan, Blatt 17, durch strichpunktirte Linien angedeutet sind.

7. Binnenentwässerung, Wegeanlagen.

Hand in Hand mit diesen Ergänzungen des Entwässerungswerkes behufs beschleunigter Ausschöpfung des Wassers gingen die Verbesserungen an den Innencanälen, auf deren Nothwendigkeit Wiebe schon bei Bearbeitung seines Entwurfes hingewiesen hatte. Indes schien es zweckmäfsig, die Hauptcanäle oder gröfseren Hauptwassergänge, worunter solche von 7 bis 8 km Länge vorkommen, auf Kosten des Verbandes herzustellen, um dieselben nach richtigen technischen Regeln durchzuführen, da die Zahl der Betheiligten grofs, der Gemeinsinn aber wenig entwickelt war, infolge dessen es schwer fiel, die verschiedenen Meinungen über die Gröfse des Vortheils aus kostspieligen Anlagen in Uebereinstimmung zu bringen. Diese Binnenentwässerung ist vielfach seitens der staatlichen Behörde für Landescultur durch besondere Unterstützungen und zinsfreie Darlehne angeregt worden, da mit den wachsenden Bauten die den Insassen zur Last fallenden Jahresbeiträge höher und höher anwuchsen und zeitweise die Mittel vieler Verpflichteten fast überstiegen. Die dazu gehörigen Canäle sind aus dem Uebersichtsplane ersichtlich und weisen eine Gesamtlänge von 47330 m auf. Aufser diesen Binnencanälen legte der Verband zur Hebung des Anbaues in den Moorländereien, wie auch zur Besserung des Verkehrs, Landwege an, von denen einzelne sich neben den Canälen hinziehen und zugleich mit diesen aus der Canalerde

geschüttet wurden. Dieselben sind, wie die darin liegenden Brücken, vom Verbande dauernd zu unterhalten. Dagegen unterliegen die im Uebersichtsplane durch einfache Linien dargestellten Gräben nur der Aufsicht des Verbandes hinsichtlich ihrer rechtzeitigen Räumung, welche von den Anwohnern zu besorgen ist. Diese Abläufe heifsen „Schaugräben"; für ihre Ueberwachung sind zwölf Schaucommissionen gebildet, welche einer Oberschaucommission unterstehen.

8. Unfälle in den Betriebsjahren.

Schon aus den Zeitangaben des Abschnittes 6 geht hervor, dafs die ursprüngliche Ansicht, die Entwässerung in zwei Jahren zur Vollendung zu bringen, sich nicht als ausführbar erwiesen hatte, was theilweise den schon erwähnten steigenden Ansprüchen der Insassen zuzuschreiben ist. Nachdem mit den verbesserten Binnencanälen ein rascherer Wasserabzug möglich geworden war, verlangte man auch um so raschere Beseitigung der den Hauptcanälen zugeführten Wassermengen, und begnügte sich nicht damit, die Aecker in der Bearbeitungszeit trocken zu haben, sondern verlangte dies schon vor derem Beginne. Endlich kann auch nicht aufser acht gelassen werden, dafs die ganzen Anlagen für die gewöhnlich auftretenden Winterverhältnisse entworfen sind, daher bei aufsergewöhnlichen Naturerscheinungen besondere Vorfälle eintreten mufsten. Solche ereigneten sich theils bei sehr anhaltender Kälte, theils nach solchen Wintern, in welchen zwischen den Frostzeiten einige milde Tage gefallen waren, sodafs in den Canälen sich mehrfache Eisschichten übereinander und dadurch eine vergröfserte Eisdicke ausgebildet hatte. Bei der grofsen Zahl und Ausdehnung der Canäle sind dieselben nicht eis- und schneefrei zu halten, es wächst die Eisdicke bis 0,6 m, deren Fortschmelzen sich dann bis in den April hinzieht. So schwoll in diesem Monat des Jahres 1875 der Linkuhner Canal mit dem plötzlichen durch Regen beschleunigten Frühjahrsaufgange in einer Nacht bordvoll an, es trat das Wasser trotz versuchter Dammerhöhung über und durchbrach die Dämme. Im Jahre 1877 suchte sich das Wasser, da man die Dämme halten konnte, oberhalb des Canalanfanges seinen Weg über die höheren Ländereien weg in den Schnecker Polder und veranlafste dadurch die Anlage langer Flügeldeiche bei Noragehlen. Aehnliche Hochwasser traten an der Schalteik und Kurwe nach solchen ungünstigen Wintern auf und machten dann Eiswachen und eine ernste Deichvertheidigung nöthig, welche vereinzelte Durchbrüche auch am Nemonien nicht verhindern konnte, wenn warme Sonnentage die in den durchfrorenen Dämmen enthaltenen Eisstücke aufthauten und dadurch Quellungen und breiartige Auflösungen der Dammfüfse eintraten. Auch ganz unvorgesehene Vorfälle, welche weit aufserhalb des Gebietes lagen, wirkten zeitweise schädigend, so im Jahre 1876 eine Anschwellung des Kurischen Haffs durch starke Westwinde, und eine im Jahre 1877 auftretende Eisversetzung im Kurischen Haff; erstere liefs das Wasser bei Petricken bis zur Ord. + 2,68, letztere gar auf + 2,72 m ansteigen, infolge dessen bei Joneischken der Höchstwasserstand auf + 3,26 m a. P. P. sich steigerte. Diese aufsergewöhnlichen Vorfälle veranlafsten bis in die Neuzeit fortgesetzte Verbesserungen an den Canälen und Verstärkungen der Dämme, sowie Fortsetzung der Deichanlagen, da strenge Winter, Eisverstopfungen oder plötzliches Versagen einer Maschine Dammbrüche und Ueberfluthungen hervorriefen, zumal auch die an das Gebiet sich anschliefsenden Ländereien gern die Vorfluth der Niederungsgewässer auszunutzen streben. Unzweifelhaft füllt auch die beschleunigte Entleerung der Polder im Frühjahre die eingedeichten Wasserläufe höher an, als es anfänglich vorauszusehen war, und mufste neue Dammerhöhung zur Folge haben.

9. Beschreibung einiger Schöpfwerke.

Von den erwähnten sieben Schöpfwerken, welche sowohl mit den wachsenden Erfahrungen sich vervollkommneten, wie auch in ihrer Anlage durch örtliche Verhältnisse beeinflufst waren, sollen hier einige näher beschrieben werden.

a) Hebewerk Jodgallen. Die allgemeine Lage wurde schon durch Abbildung 3, Blatt 16, dargethan, es folgt nunmehr in Abb. 1, Blatt 18 im Atlas, eine Grundrifszeichnung des in Steinfachwerk erbauten Hebewerkes nebst den durch gemeinsamen Dampfsammler verbundenen vier Kesseln von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Ueberdruck. Die beiden unabhängig von einander je zwei Kreisel treibenden Dampfmaschinen haben je einen Dampfcylinder von 785 mm Durchmesser, arbeiten mit Dampfverdichtung nebst veränderlicher Dampfdehnung und machen bei normalem Gange 35 Hübe in der Minute. Jede Maschine kann 90 Pferdekräfte entwickeln. Die Kreisel haben 1,885 m Durchmesser und sind im Stande, zusammen 8 cbm Wasser in der Secunde 0,94 m zu heben. Nach älterem Brauch hängen die Kreisel in Hughschen Oberwasserringlagern, welche im Betriebe durch Wasserspülung gekühlt werden; am unteren Ende haben die stehenden Wellen jetzt Hartbroncelager statt der früheren Pockholzlager, und werden nicht geölt. Die leichte Bauart wie die Ausführung des gemeinsamen Schornsteines aus Eisenblech (22 m hoch) war durch den sehr schlechten Baugrund bedingt. Die Anlage hat insgesamt etwa 200000 ℳ gekostet, wovon 62500 ℳ auf die Kessel und Maschinen entfallen. Neuerdings sind an Stelle der alten rasch verbrauchten vier Kessel mit je einem grofsen Feuerungsrohr drei Zweiflammrohrkessel mit Dampfdom für 4,25 Atmosphären Ueberdruck aufgestellt.

b) Hebewerk Schnecken (Abb. 2 bis 6, Bl. 18). Wie schon früher angeführt, sollte das Werk 3,2 cbm Wasser in der Secunde ausschöpfen, und zwar auf eine Höhe von 0,73 m. Nach den gemachten Erfahrungen wurde der Hubverlust im Kreisel zu 25 pCt. geschätzt und daher der Berechnung eine Hubhöhe von 0,94 m zu Grunde gelegt. Unter Annahme einer Nutzleistung der Dampfmaschine von 70 pCt. ermittelte sich die Maschinenstärke zu $\frac{3,2 \cdot 1000 \cdot 0,94 \cdot 100}{75 \cdot 70}$ = rund 55 Pferdekräften. Die Trennungsplatte des Kreisels wurde auf Ord. + 0,63 m a. P. P., auf gleiche Höhe die Unterkante der Kreiselausmündung, die Kreiseleinmündung entsprechend tiefer gelegt. Zur Erreichung des festen Untergrundes war für das Kreiselhaus eine 1,57 m hohe Betonlage nöthig, während für das Maschinenhaus eine Stärke von 0,94 m ausreichend erschien. Für das Kesselhaus nebst Werkstätte ist nur eine 1,88 m hohe Sandschüttung nöthig befunden, während der freistehende massive Schornstein auf Pfahlrost gegründet ist. Der Krafterzeuger ist eine Hochdruckmaschine mit liegendem Cylinder, veränderlicher Dampfdehnung mit Niederschlagung, erstere für drei Füllungsgrade während des Maschinenganges verstellbar. Der Kreisel von 2,197 m Durchmesser ist derart eingerichtet, dafs er mittels

Schraubenwinde genügend hoch aus dem Wasser gehoben werden kann, um ohne Entleerung des Kreiseltopfes das Fufslager erneuern zu können. Letztere Einrichtung hat der Kreisel erst im Jahre 1883 erhalten, nachdem an Stelle des früher Hugh-schen Oberwasserzapfens der zweckmäfsigere Fufslagerzapfen angewendet ist, der beim Wolfsdorfer Werke eingehender besprochen werden wird. Laut Vertrag sollte die Maschine bei 0,7 m Wasserunterschied 3,16 cbm Wasser in der Secunde fördern, also ein Arbeitsmoment von 2,212 m aufweisen. Die ersten Proben ergaben bei 44 Umdrehungen der Hauptwelle drei Atmosphären Dampfüberdruck und 0,67 m Wasserhöhenunterschied eine Leistung von 2,33 cbm, bei 50 Umdrehungen höchstens 2,43 cbm Wasserförderung in der Secunde. Erst nach vorgenommener Aenderung des Uebersetzungsverhältnisses förderte der Kreisel 2,4 cbm Wasser bei 0,994 m Höhenunterschied, was einem Moment von 2,38 m entspricht. Seit 1884 sind für das Werk zwei Cornwallkessel von 1,8 m Durchmesser und 6 m Länge mit je zwei Feuerrohren und einem Dampfdome beschafft, deren Einmauerungsart in den Abbildungen 4, 5, 6 dargestellt ist. Diese für einen Dampfüberdruck von sechs Atmosphären bestimmten Kessel haben die Einrichtung, dafs das Feuer von den im Feuerrohre liegenden Rosten zunächst nach hinten streicht, dann seitlich und unterhalb des Kessels zurückkehrt und abermals, diesmal den oberen Theil des Kessels bestreichend und den dort angesammelten Dampf überhitzend, nach hinten zum Fuchs geleitet wird. Die vom Wasser benetzten Feuerungsflächen berechnen sich wie folgt:

für zwei Feuerrohre

$$2\left[0{,}65 \cdot \pi \cdot 6{,}00 - \frac{0{,}65 \cdot \pi}{2} \cdot 1{,}65\right] = 21{,}135 \text{ qm},$$

für den Kesselmantel

$$\left(\frac{1{,}8 \cdot \pi}{2} + 1{,}8 \cdot 0{,}3\right)(6{,}0 - 0{,}3) = 19{,}550 \text{ qm},$$

hinterer Kesselboden

$$\frac{\overline{1{,}8}^2\pi}{4 \cdot 2} + 2 \cdot 0{,}3 - 2 \cdot \frac{\overline{0{,}65}^2\pi}{4} = 1{,}150 \text{ qm}$$

zusammen zu 41,835 qm.

Da die Rostfläche für einen Kessel 1,495 qm beträgt, so ist der Vorschrift, dafs die vom Wasser benetzte Fläche mindestens die zwanzigfache Gröfse der Rostfläche betragen soll, Genüge geleistet und ein Erglühen des Dampfraummantels nicht zu befürchten. Mit der Anlage dieser Kessel hat die Leistungsfähigkeit des Werkes zugenommen.

c) Hebewerk Wolfsdorf. Dieses kleine und räumlich äufserst beschränkte Schöpfwerk ist in den Abbildungen 7 und 8, Blatt 18, in Grundrifs- und Längendurchschnitt dargestellt, auch in gröfserem Mafsstabe in Abb. 9 ein Schnitt durch den Spurzapfen der Kreiselwelle. Der ursprünglich angewendete Kreisel von 1,73 m Durchmesser förderte bei 183 Hüben der Maschine in der Minute und einem Wasserstandsunterschiede von 0,71 m 0,6 cbm Wasser in der Secunde. Ein neuerer, gleich grofser, aber höherer Kreisel ergab bei der Probe eine Förderung von 0,85 cbm Wasser bei 0,74 m Höhenunterschied, 99 Umdrehungen der Hauptwelle und 3,6 Atmosphären Dampfdruck im Kessel.

Die stehende Welle des Kreisels hat ihr Hauptlager am unteren Ende im Wasser und wird durch einen mit den Grundmauern verankerten gufseisernen Spurbock getragen, in dem sich eine trichterförmige Vertiefung befindet. In diese ausgedrehte Vertiefung pafst ein abgedrehter Gufskörper, an dessen oberem Ende eine ringförmige Einschnürung eingedreht ist, in welcher vier Stahlbolzen frei herumkreisen können, während der Gufskörper selbst durch eine Nuthfeder an der Drehung verhindert wird. In der Mitte trägt der Gufskörper einen durch Schraubenmutter und Nase fest eingeklemmten schmiedeeisernen Drehzapfen. Die demselben entsprechende Lagerschale aus Rothbronce ist an der schmiedeeisernen, ausgebohrten Stehwelle des Kreisels befestigt, am unteren Ende ist aufserdem auf letztere eine schmiedeeiserne Manschette aufgezogen, welche einerseits das Lager gegen Unreinlickeiten schützt, andererseits aber die vorerwähnten vier Stahlbolzen trägt, die bei der Herausnahme des Kreisels den Zapfenträger mitnehmen. Während also beim Betriebe das Broncelager und die Manschette nebst Bolzen mit der Welle kreisen, bleibt der Zapfen nebst Gufstheil im Ruhezustande. Dabei ist die Möglichkeit geboten, dem Fufslager durch die hohle Welle mittels eines dünnen Gasrohres das Schmieröl zuzuführen, auch das einer starken Abnutzung unterliegende Lager nebst Zapfen beim Ausheben des Kreisels zu untersuchen. Das vorerwähnte Oelzuführungsrohr, welches ausziehbar ist und am oberen Ende einen Verschlufsdeckel trägt, giebt dem aufmerksamen Maschinenwärter die Möglichkeit, ein etwa eintretendes Warmlaufen des Fufslagers zu merken. (Beispielsweise führte kürzlich das erwärmte Rohr einmal in Joneikischken zu der Vermuthung einer Unordnung im Lager; beim Ausheben des Kreisels ergab sich, dafs Lager und Spurzapfen verschmolzen waren und der schwere Zapfenträger in seinem Trichter vollständig mitkreiste, weil die Nuthfeder fehlte.) Am oberen Ende der Stehwelle ist ein einfaches Führungslager vorhanden.

Die angewendete Auspuffmaschine mit zwei rechtwinklig zu einander liegenden kleinen Hochdruckcylindern, deren Kolbenstangen direct an die Kurbel des Wellenvorgeleges angreifen und sich gegenseitig über die todten Punkte forthelfen (Zwillingsmaschine), ist in den Cylindern für $^5/_8$ Dampffüllung gesteuert. Als Dampferzeuger dient ein Fieldkessel von 1,49 m Durchmesser und 2,71 m Höhe, auf dem sich noch ein 0,87 m hoher Dom befindet, in welchem der Dampf durch das hindurchgehende Rauchabzugsrohr überhitzt wird. In die 1,65 m hohe und 1,25 m weite Feuerbuchse sind ein birnförmiger Vertheilungskörper und 119 Siederohre von 1,05 m Länge und 57 mm Stärke mit zugeschweifsten Enden eingehängt, welche wegen ihrer starken Abnutzung durch die strahlende Hitze einem starken Verschleifs unterliegen und für die leichte Herausnahme in die trichterförmig gebohrten Löcher der Feuerbuchsendecke nur hammerfest mit ihren stählernen Verstärkungsringen eingetrieben werden. Wie es bei solchen Kesseln zur Verhinderung von Kesselsteinbildung nothwendig ist, sind in den Siederohren auch hier noch dünnere Röhrchen eingehängt. An das im Dampfsammler befindliche Rauchabzugsrohr schliefst sich der 392 mm weite schmiedeeiserne Schornstein an. Um den auf sechs Atmosphären Ueberdruck geprüften Kessel gegen zu rasche Abkühlung und die Bedienungsleute vor Schaden zu bewahren, hat der Kessel einen in 6 mm Abstand angebrachten Schutzmantel von Eisenblech. Für die Kesselspeisung ist ein Vorwärmer und eine kleine damit in Verbindung stehende Dampfpumpe neben der Handpumpe vorhanden. Die kleine, im Jahre 1872 erbaute Maschine hat mit allem Zubehör 3400 ℳ gekostet und arbeitet für kleine und zeitweise Verhältnisse gut; natürlich hat sie einen verhältnifsmäfsig gröfseren Kohlenverbrauch und der Kessel

verlangt eine sorgfältigere Wartung, da beim Stillstande der Maschine zur Winterzeit die dünnen Einhängerohre gut vor dem Einfrieren zu bewahren sind. Erfahrungsmäſsig erfordern solche Fieldkessel 1,19 qm feuerberührte Fläche für jede Pferdekraft, mithin waren hier bei 20 Pferdekräften 23,8 qm Heizfläche nöthig, während 29,6 qm vorhanden sind.

Das Maschinenhaus, in welchem zugleich der Kreiseltopf sich befindet, ist im Unterbau massiv und auf Pfahlrost gegründet, darüber in leichtem Holzfachwerk mit Pappdach errichtet; es hat 4160 ℳ gekostet und ist nachträglich mit einem nicht zu entbehrenden Windfange versehen worden.

10. Betriebsverhältnisse der Entwässerung.

Wie bereits in früheren Abschnitten erwähnt, haben sich die Ansprüche an die Entwässerung im Laufe der Zeiten bedeutend gesteigert. Solches geht auch aus der nebenstehenden Tabelle hervor, welche die im Jahre 1875 erlassenen und die derzeitigen Bestimmungen für die Innenwasserstände enthält, bei welchen die Hebewerke anzulassen sind.

Hebewerk	ältere Bestimmung über den Pegelstand, bei welchem die Maschine anzulassen ist, Ackerzeit m	ältere Bestimmung: Frostwetter m	neuere Bestimmung: bei Ackerzeit m a. P.	neuere Bestimmung: bei Frühjahrsaufgang m a. P.
Petricken	1.20	1,50	1,0	1,40
Jodgallen	1,10	1,50	1,0	1,40
Warsze	1,30	1,60	1,10	1,50
Schnecken	1,42	1,70	1,30	1,60
Wolfsdorf	1,42	1,84	1,30	1,60
Joneikischken . . .	2,18	2,46	2,18	2.46
Alekneiten	noch nach Bedarf.			

Die folgenden Tabellen geben eine Uebersicht der Betriebszeiten der sechs Hebewerke in Stunden für die einzelnen Monate.

Monatszahlen in Stunden.

Monat	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	10jähriger Durchschnitt nach Tagen
					1. Hebewerk Petricken mit zwei Maschinen von 90 Pferdekräften.						
Januar	—	59	53	37	84	220	392	85	210	174	2,7
Februar	18	—	45	259	—	—	334	—	347	357	2,8
März	189	46	634	555	414	141	339	95	214	94	5,7
April	452	861	96	408	218	259	112	314	188	217	6,5
Mai	35	158	30	—	141	171	—	610	108	49	2,7
Juni	9	31	177	28	35		2	178	272		1,5
Juli	3	17	72	72	9	26	—	125		9	0,7
August	—	90	38	145	9	—	5	740	23		2,2
September	70	295	6	81	15	—	—	527	—	285	2,7
October	248	118	92	44	127		4	283	5	478	3,0
November	68	133	51	280	736	206	—	249	—	67	3,75
December	—	23	172	28	448	82	—	710	441	225	4,40
Summe .	1092	1831	1456	1937	2236	1105	1188	3916	1808	1955	
nach Tagen zu 24 Std.	45,5	76,3	60,6	80,7	93,2	46,0	49,5	163,2	75,3	81,4	
oder	22,8	38,1	30,3	40,4	46,6	23,0	24,8	81,6	37,6	40,7	38,6*)
					2. Hebewerk Jodgallen mit zwei Maschinen von 90 Pferdekräften.						
Januar	—	364	—	216	133	226	612	286	682	72	5,4
Februar	162	248	423	466	167	—	136	238	1020	144	6,25
März	1073	265	1488	818	870	539	664	96	460	506	14,1
April	1181	1426	605	688	737	936	330	360	388	438	14,8
Mai	224	636	—	302	346	334	114	744	540	114	7,0
Juni	62	82	332	84	156	90	—	216	338	—	2,8
Juli	—	81	376	115	172	81	43	326	—	—	2,5
August	—	204	8	496	350	—	—	1359		77	5,2
September	378	409	200	187	71	118	—	551	—	476	5,0
October	555	382	266	118	686	—	3	961	52	988	8,3
November	327	543	968	579	1394	238	155	432	—	596	10,9
December	—	102	160	—	1092	—	72	1231	623	411	7,8
Summe .	3962	4742	4826	4069	6174	2562	2129	6800	4103	3822	
oder Tage zu 24 Std.	165,1	197,6	201,1	169,5	257,2	106,8	88,7	283,3	171,0	159,2	
desgl. für eine Masch.	82,6	98,8	100,5	84,8	128,6	53,4	44,3	141,7	80,5	79,6	90
					3. Hebewerk Warsze mit einer Maschine von 90 Pferdekräften.						
Januar	—	175	13	110	70	113	403,5	106	599	—	6,6
Februar	50	11,5	144	211	40	—	167	57	530	—	5,1
März	623	128	671	382	368	272	327,5	22	172	283	13,5
April	365	715	379	309,5	240	550	82	256	143	146	13,3
Mai	82	84	17	180	184,5	114	71,5	308	348	62	6,0
Juni	11	—	136	26	66	30	34	33	60	42	1,8
Juli	—	18	216	35,5	38	—		139	17	—	1,9
August	6	56	21	140	106	—	—	646	27	715	4,4
September	199	212	55	90	16	92	—	183	8	138	4,1
October	316	262	51	97	271,5	—	5,5	525	22	438	8,3
November	177	254	412	198,5	603	11	89	436	38	243,5	10,3
December	—	51	36,5	—	373,5	—	62	355	328	191	5,8
Summe .	1829	1967,5	2151,5	1779,5	2377,5	1182	1242	3166	2292	1615,5	
oder in Tagen zu 24 Std.	76,1	81,9	89,6	74,1	99,0	49,2	51,8	126,8	95,5	67,3	81,0

*) Für eine Maschine von 180 Pferdekräften.

Monat	Monatszahlen in Stunden.										
	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	10jähriger Durchschnitt nach Tagen
	4. Hebewerk **Schnecken** mit einer Maschine von 55 Pferdekräften.										
Januar	—	490	—	418,5	99	42	198	—	396	—	6,8
Februar	172	145	383	394	30	—	182	—	371	—	7,0
März	637	136	609	397,5	327	231	282	11,5	80	66	11,6
April	333	720	210	256	331	270	33	—	—	—	9,0
Mai	20	253	—	78	74,5	106	—	102	94	—	3,0
Juni	—	5	241	20	62	70	19	12	97	10	2,2
Juli	—	17	265	—	—	—	6,5	—	—	—	1,2
August	—	110	108	178	187	—	9	31	—	11	2,6
September	532	375	206,5	76	8	5	8	220	—	97	6,3
October	419	357	40	—	163	—	—	433	10	496	8,0
November	45	299	42	122	700	—	—	491	—	22	7,2
December	—	—	67,5	—	302	—	—	474	294	—	4,7
Summe	2158	2907	2172	1940	2283,5	724	738,5	1775,5	1342	702	
oder in Tagen zu 24 Std.	89,9	121,1	90,5	80,8	95,1	30,2	30,7	73,9	55,9	29,2	69,6
	5. Hebewerk **Wolfsdorf** mit einer Maschine von 20 Pferdekräften.										
Januar	—	205	51,5	98,5	52	—	—	—	—	—	1,7
Februar	8	52	203,5	232	35,5	—	—	—	81	—	2,6
März	197	81	550,5	217,5	244	220,5	1	—	—	—	6,3
April	101	374	143	199	187,5	202	—	—	—	—	5,0
Mai	—	65,5	—	54	49,5	20,5	7	—	—	—	0,8
Juni	—	—	178	52	30	—	—	14	—	—	1,1
Juli	—	—	145	67,5	—	—	—	42	—	—	1,2
August	—	—	6,5	80,5	66,5	—	—	387,5	—	—	2,2
September	118	105	15	40	—	—	—	47	—	47	1,5
October	186	176	5	—	71	—	—	126	—	63	2,6
November	82	110	162,5	23	322	—	—	24	—	5	3,0
December	—	21	—	—	104	—	—	182	44	—	1,5
Summe	692	1189,5	1460,5	1064	1162	443	8	822,5	125	115	
oder in Tagen zu 24 Std.	28,8	49,6	60,9	44,3	48,4	18,5	0,3	34,3	5,2	4,5	29,5
	6. Hebewerk **Joneikischken** mit einer Maschine von 30 Pferdekräften.										
Januar	—	223	—	39,5	31	116,5	—	7	149	—	2,3
Februar	60	76	191,5	286,5	31	—		34,5	184		3,6
März	244	82	345,5	217	241	159,5	88,5	—	—	7,5	5,8
April	87	285	102	36,5	178	201	—	17	—	—	3,8
Mai	—	45	—	28	12	22,5	—	73	30,5	—	0,9
Juni	—	—	106	12,5	22	10	—	6,5	51,5	4	0,9
Juli	—	—	109	—	—	—	—	43	—	1,5	0,6
August	—	10,5	—	41	52,5	—	—	446	13	—	2,3
September	104	110	—	28,5	—	7	—	144	—	43,5	1,8
October	170	90	56,5	—	54,5	—	—	250	—	182,5	3,3
November	98	80	—	105	377	—	—	119,5	—	36	3,4
December	—	—	—	—	237	—	—	230,5	82,5	93	2,7
Summe	763	1001,5	910,5	794,5	1236	516,5	88,5	1371	510,5	368	
oder in Tagen zu 24 Std.	31,8	41,7	37,9	33,1	50,7	21,5	3,7	57,1	21,3	15,3	31,4

nate der Jahre 1876 bis 1885, wobei den Werken mit zwei Maschinen die von jeder einzelnen Maschine geleisteten Arbeitsstunden angerechnet sind. In den Angaben für Tagesleistungen sind die Zahlen alsdann auf die ganze verfügbare Maschinenkraft umgerechnet.

Die vorstehende Tabelle zeigt, wie aufserordentlich wechselnd die Betriebsverhältnisse solcher Entwässerungsanlagen sind, und zwar sowohl bezüglich der Monats- als auch der Jahresleistungen. Während das Verhältnifs bei den vier gröfseren Werken zwischen den gröfsten und kleinsten Jahresleistungen etwa wie 1 : 3 auftritt, wird dies bei den in der höheren Niederung liegenden beiden letzten Werken bedeutend ungünstiger; so weisen dieselben Mindestleistungen von 0,3 und 3,7 Tagewerken gegen Höchstleistungen von 49,6 und 57,1 Tagewerken im Jahre auf. Dafs unter solchen Umständen bei den ersten Anlagen theilweise irrige Voraussetzungen stattgefunden haben und auch bei den fortgesetzten Bauten hin und wieder kleine Mängel aufgetreten sind, ist darin begründet, dafs hinsichtlich solcher Entwässerungsanlagen früher geringe Erfahrungen vorlagen. Die gleichwohl nach und nach eingetretenen, durch den Wiebeschen Entwurf in keiner Weise behinderten Verbesserungen der Anlage haben von selbst zur Folge gehabt, dafs der Schutz der Niederung jetzt ein sehr sicherer ist, wenn die nöthige Aufmerksamkeit angewandt wird. Es beruht diese Sicherheit darauf, dafs die Hebewerke theilweise durch ältere Canäle und Unterführungen mit einander in Verbindung stehen und somit bei unvorhergesehenen Unfällen die Maschinen sich gegenseitig unterstützen können. Solche Wasserverbindungen bestehen zwischen den Hebewerken Alekneiten, Schnecken, Jodgallen durch die Kurwe-Unterführung bei Alekneiten, den Bambel-Canal und durch den Verbindungscanal des Linkuhner Vorfluthers nach dem Artus-Teiche, ferner zwischen den Werken zu Wolfsdorf, Warsze und Petricken durch die Laak-Unterführung, die Zuleitung des Wolfsdorfer-Canals nach dem rechtsseitigen Schaltteik-

Vorfluthgraben und den kurzen Verbindungscanal zwischen Warsze-Flufs und Warsze-Canal.

In den vorerwähnten Arbeitszeiten sind folgende Haupt-Betriebsmaterialien verbraucht:

Jahreszahl	Petricken	Jodgallen	Warsze	Schnecken	Wolfsdorf	Joneikischken	Gesamter Jahresverbrauch.
	Steinkohlen nach Hectoliter zu 80 kg.						hl
1876	3009	8800	6256	5385	697	786	24933
1877	3432	11332	6530	6489	1088	1102	29973
1878	3419	10077	6583	4438	1148	949	26614
1879	3196	7454	3708	3708	850	718	19634
1880	4419	11605	7846	4876	835	1173	30754
1881	2527	5585	3654	1520	342	671	14299
1882	1913	4300	3933	1679	42	388	12255
1883	7315	13373	9092	3616	692	1396	35484
1884	3254	8071	6403	2471	88	613	20900
1885	3301	7438	4832	1049	90	410	17120
zusammen	35785	88035	58837	35231	5872	8206	231966
im Jahr	3578,5	8803,5	5883,7	3523,1	587,2	820,6	23197
durchschnittlich Betriebstage	38,6	90	81	69,6	29,5	31,4	
maschinelle Pferdekräfte	180	180	90	55	20	30	
kg Kohle für einen Tag u. Pferdekr.	44,1	43,5	64,6	73,7	78,1	63,7	
	Maschinen-(Rüb-)Oel nach Kilogramm.						
1876	271	701,5	429	670	68	71,5	2211
1877	286,5	812	479,5	730,5	104,5	100	2513
1878	331,5	953,5	420,5	423	122,5	94	2345
1879	237	627,5	355,5	355,5	67	74	1716,5
1880	192	997	396	444	80,5	147,5	2257
1881	154,5	471	183	163,5	27	60,25	1059,25
1882	146	401	204	195	3,5	32,25	981,75
1883	566,5	1181,5	415	376	61	107,25	2707,25
1884	270,5	699,5	310,5	208	12	42,25	1542,75
1885	281	680	285	148	13	49	1456
zusammen	2736,5	7524,5	3478	3713,5	559	778	18789,5
im Jahr	273,7	752,4	347,8	371,4	55,9	77,8	1879

Der Verbrauch an Kohlen in Warsze und Schnecken ist als verhältnifsmäfsig hoch zu bezeichnen. Derselbe scheint durch besondere Umstände verursacht zu sein. Als Kohlen sind meist englische Westhartly gebrannt worden, welche von Memel in Haffkähnen oder durch Lichterkähne bis an die Hebewerke geschafft werden konnten. Versuche, den in der Niederung reichlich vorhandenen Torf zur Feuerung zu benutzen, sind ausgeführt worden, scheinen aber keinen Erfolg gehabt zu haben.

Als Maschinenöl wird raffinirtes und unraffinirtes Rüböl, für die Cylinder neuerdings auch Kosmosöl verwendet. In dem Verbrauch für Petricken ist zugleich das zur Beleuchtung der Maschinenräume gebrauchte Oel mit enthalten, während die übrigen Werke durch Petroleum beleuchtet werden.

11. Bau- und Unterhaltungskosten und Aufbringung der Geldmittel.

Nach den Rechnungen sind für die ersten Entwässerungsanlagen nach dem Entwurf von Fütterer und einschliefslich einiger Vervollständigungen desselben bis zum 1. April 1864 verausgabt rund . . . . 308 560 ℳ,

für die Ausführung des Wiebe-Kuckukschen Anschlages und einiger Ergänzungen sind bis 1871 ferner gezahlt rund . . . . 959 250 ℳ,

zur Ausführung des in Gemäfsheit eines Vorstandsbeschlusses vom Jahre 1868 auf Kosten des Verbandes hergestellten Binnengräben- und Wegenetzes sind verausgabt in den Jahren 1868 bis 1873 rund . . . . 170 030 ℳ,

endlich noch für kleinere Ergänzungsbauten in den Jahren 1872 und 1873 rund . . . 4 700 ℳ.

zusammen 1 442 540 ℳ.

Zur Deckung dieser Baukosten waren vom Staate verzinsliche und zeitweise unverzinsliche Darlehne in Höhe von 1 080 000 ℳ, aufserdem von anderen Darleihern verzinsliche und tilgbare Darlehne dem Verbande hergegeben worden, sodafs derselbe am 1. April 1873 eine Schuldenlast von 1 343 000 ℳ hatte. Zur Verzinsung und Tilgung dieser Schulden wie auch zur Besoldung der Beamten, Unterhaltung des Betriebes und der anderen Schutzwerke werden von den durchschnittlich 2340 Grundbesitzern des Verbandes Jahresbeiträge erhoben, deren Höhe alljährlich für den Einheitsmorgen beitragspflichtiger Fläche im voraus durch den vom Vorstande gebilligten Voranschlag festgesetzt wird. In dem zu diesem Behufe angefertigten Kataster der sämtlichen, durch die Verbandsanlagen verbesserten Grundstücke sind letztere in zwei Hauptklassen getheilt, und zwar bilden die erste Klasse diejenigen Grundstücke, welche bei einem Wasserstande unter 2,09 m a. P. P. nicht entwässerungsfähig waren, während zur zweiten Klasse alle diejenigen Grundstücke gehören, welche bei Wasserständen zwischen 2,09 und 2,50 m a. P. P. überstaut oder durch Frühjahrshochwasser in ihrer Wintersaat-Bestellung gefährdet sind. Die zur ersten Klasse gehörenden Flächen werden zur vollen Zahl preufsischer Morgen, dagegen die zur zweiten Klasse gehörigen nur zu zwei Drittel ihrer Fläche zur Umlage veranlagt, und endlich bestehen noch für ganz minderwerthige Flächen besondere Ermäfsigungen.

So lange man glaubte, mit den Petricker Werken die Niederung zu entwässern, war der jährliche Beitrag auf 60 ₰ für den Einheitsmorgen angenommen; derselbe hat sich jedoch infolge der späteren Anlagen nach und nach gesteigert, sodafs in der Zeit von 1860 bis Ende 1873 zusammen durch Beiträge der

Verbandsgenossen aufgebracht worden sind rund 894 667 ℳ,
hiervon sind zu Neubauten verwendet rund . . 134 310 ℳ,
mithin verblieben als Unterhaltungskosten für
$12^1/_2$ Jahre . . . . 760 357 ℳ.
In den ferneren $2^1/_2$ Jahren, nachdem die Beitragspflicht bereits auf 2 ℳ gestiegen war,
kamen an Genossenschaftsbeiträgen hinzu . . 258 557 ℳ,
die Unterhaltungskosten hatten also für die
verflossenen 15 Jahre betragen . . . . . . 1 018 914 ℳ,
mithin auf ein Jahr 67 928 ℳ und für den Einheitsmorgen (25,5 Ar) durchschnittlich 1,3 ℳ.

Für die folgenden 10 Jahre sind nachstehend die aus den Jahresanschlägen des Verbandes entnommenen Ausgaben aufgeführt, und zwar je nachdem diese für Schuldabtragungen, wirkliche Unterhaltung oder Verbesserungen nebst Reservefonds usw. ausgeworfen waren.

	Die jährlichen Ausgaben entfallen auf: dauernde Ausgaben			Summe der jährlichen Ausgaben	Jährlicher Beitragsfuſs	Summe der jährlichen Beiträge
	zur Verzinsung und Tilgung von Schulden	Besoldung, Betrieb, Unterhaltung, Verwaltung	auſserordentliche und einmalige Ausgaben bezw. zur Ansammlung e. Reservefonds			
	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ	ℳ
Rechnungsjahr 1876/77	18 450,00	67 554,00	49 280,00	135 284,00	2,50	128 765,27
„ 1877/78	37 950,00	89 924,00	34 300,00	162 174,00	3,15	162 604,57
„ 1878/79	20 700,00	85 852,00	23 040,00	129 592,00	2,50	129 043,75
„ 1879/80	22 950,00	79 220,00	27 500,00	129 670,00	2,50	128 957,11
„ 1880/81	40 200,00	73 950,00	15 500,00	129 650,00	2,50	128 957,11
„ 1881/82	27 525,00	62 089,00	22 500,00	112 114,00	2,10	108 324,00
„ 1882/83	27 525,00	60 071,00	22 500,00	110 696,00	2,10	108 324,00
„ 1883/84	32 325,00	44 508,00	22 500,00	99 333,00	1,90	98 007,42
„ 1884/85	23 625,00	91 857,00	7 000,00	122 500,00	2,35	121 219,80
„ 1885/86	23 625,00	53 043,00	17 500,00	94 168,00	1,80	92 685,00
Summe für 10 Rechnungsjahre .	274 857,00	708 086,00	241 620,00	1 224 581,00	23,40	1 206 888,03
oder durchschnittlich im Jahre .	27 487,50	70 808,60	24 162,00	122 458,10	2,34	120 688,80

für rund 51 492 Normalmorgen.

Hierbei entsprechen die hohen Ausgaben bei dem Betrieb für 1884/85 dem hohen Materialverbrauch der Hebewerke in dem regenreichen Jahre 1883, für welches nur 5000 Hektoliter Kohlen im Anschlag vorgesehen waren, während für das folgende Jahr diese Zahl auf 40 000 Hektoliter vermehrt wurde, um die Ueberschreitung des Vorjahres zu decken. Es ist ferner zu bemerken, daſs die jährlichen Ausgabesummen die Beiträge übersteigen, da durch Verpachtungen, Strafgefälle u. dgl. dem Verbande Einnahmen zuflieſsen, zeitweise auch zu besonderen Bauzwecken Staatsbeihülfen aus den Meliorationsfonds beigesteuert sind. Von den gesamten durch die Königl. General-Staatskasse dem Verbande vorgeschossenen Geldbeträgen von 1 080 000 ℳ sind zinsfrei, jedoch nach festgesetzten, im Jahre 1877 beginnenden Fristen rückzahlbar, hergegeben 810 000 ℳ, während die übrigen 270 000 ℳ nur auf acht Jahre zinsfrei, dann aber mit 3 pCt. verzinslich und 2 pCt. zu tilgen dargeliehen waren.

Dem Verband ist bisher, dank der Fürsorge der Staatsbehörden, mehrfach Nachlaſs hinsichtlich seiner Schuldverpflichtungen gegeben, und zwar hat er bisher nur für die Schuldurkunden aus den Jahren 1870 bis 1873 im Betrage von 180 000 ℳ die Verzinsung und Tilgung mit jährlich 9000 ℳ gezahlt. Die weiteren Rückzahlungen und Verzinsungen sind gegen die Verpflichtung, daſs der Verband jährlich bis zur erfolgten Ansammlung eines Reservefonds von 150 000 ℳ mindestens 22 500 ℳ für Verbesserungen oder Ansammlung dieses Fonds (auſserordentliche und einmalige Ausgaben) in den Voranschlag einstellt, noch weiterhin gestundet worden.

Schwedt a/O., im Juli 1888. v. Fragstein.

Umgestaltung der Bahnanlagen bei Barmen-Rittershausen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 35 und 36 im Atlas.)

In dem Wettbewerb, welchen die frühere Rheinische Eisenbahn-Gesellschaft mit der Köln-Mindener und Bergisch-Märkischen Gesellschaft während der sechziger und siebziger Jahre um die Herrschaft auf dem so ergiebigen rheinisch-westfälischen Verkehrsgebiet führte, spielte der Bau der Bahn Düsseldorf-Hörde eine hervorragende Rolle. Diese Bahn war als Hauptverkehrsader für die Leitung der gewerblichen Erzeugnisse nach dem Rhein ausersehen und sollte zur Aufnahme der Zufuhren noch mit mannigfachen Zweiglinien versehen werden. Eine dieser Zweiglinien bildete die Bahn von Oberbarmen nach Hattingen, welche in der beabsichtigten Fortsetzung von Oberbarmen nach Lennep und Remscheid den Weg aus dem Kohlenbezirk gegen den früheren Weg über Steele-Vohwinkel nach Rittershausen und Lennep-Remscheid um rund 30 km abkürzen sollte. Infolge der Verstaatlichung des Rheinischen und Bergisch-Märkischen Bahn-Unternehmens unterblieb die Verwirklichung dieses Planes und nur die Linie Oberbarmen-Hattingen wurde zunächst zur Ausführung gebracht. Diese Bahn allein konnte jedoch den beabsichtigten Zweck nicht erfüllen; bei der Weiterführung traten nun aber die Wettbewerbsrücksichten in den Hintergrund, und es wurde eine allseitig zweckmäſsige Verbindung von einem erweiterten Gesichtspunkte ins Auge gefaſst. Hierbei wurde es in erster Linie für erforderlich erachtet, die beiden Bahnhöfe **Oberbarmen** und **Rittershausen**, welche in der Luftlinie nur 500 m auseinander liegen, jedoch einen Höhenunterschied von rund 26 m aufweisen, in Verbindung zu bringen. Ferner

sollte die am westlichen Ende des Bahnhofes Rittershausen an die Elberfeld-Hagener Bahn anschließende Remscheider Zweigbahn, welche bisher eine unzweckmäßige Lage hatte, indem sie den Bahnhof Rittershausen der Länge nach in zwei Theile zerlegte und das Verschiebgeschäft auf demselben in empfindlichster Weise störte, aufgegeben und von Osten her in den Bahnhof eingeführt werden. Diese Aenderung erleichterte gleichzeitig eine unmittelbare Verbindung des Bahnhofes Oberbarmen mit der neuen Zweigbahn und vermied so eine Umführung der von den früher Rheinischen Bahnen in der Richtung nach Remscheid bestimmten Zufuhren nach dem schon sehr belasteten Bahnhof Rittershausen, welche überdies 11 m verlorenes Gefälle bedingt hätte.

Der hiernach aufgestellte Plan für die Umgestaltung der Bahnanlagen bei Barmen-Rittershausen fand nicht nur bei allen Behörden vollen Beifall, sondern wurde auch vom Landtag gebilligt. Durch das Gesetz vom 4. April 1884 ist die Ausführung genehmigt und die Summe von 4 070 000 ℳ für die im ganzen nur 5,4 km langen Baustrecken bereitgestellt worden.

Nach einigen, durch die landespolizeiliche Prüfung herbeigeführten unwesentlichen Aenderungen nahm der Gesamtplan die auf Blatt 35 beigefügte Gestalt an. Die Anfangsstrecke der Linie nach Remscheid wird von Stat. 0,9 bis Stat. 2,1 aufgegeben und die neue Linie am östlichen Ende des Bahnhofes Rittershausen abgezweigt, wodurch die Nebenstation daselbst überflüssig wird. Die Remscheider Linie überschreitet in Gemeinschaft mit der neuen Linie nach Oberbarmen die an der Ostseite des Bahnhofes vorbeiziehende Wupper auf einer Verbreiterung der bestehenden Brücke, steigt mit 1 : 60 an dem nördlichen Hange des dortigen Bergrückens empor, durchbricht denselben mit einem 250 m langen Tunnel, vereinigt sich in der wagerechten Strecke des Bahnhofes Langerfeld mit der von Oberbarmen herabgeführten Verbindungslinie, überschreitet das Wupperthal mit einem 300 m langen und 14 m über der Thalsohle hohen Viaduct, um bei der neuen Station 25 wieder in die alte Remscheider Linie einzumünden. Unmittelbar hinter dem Viaduct zweigt die in der Ausführung begriffene Nebenbahn Langerfeld-Beyenburg ab. Hinter dem Bahnhof Rittershausen zieht sich die Linie nach Oberbarmen bis Stat. 9 gleichlaufend mit der Remscheider Linie, steigt dann weiter durch einen offenen, bis 20 m tiefen Felseinschnitt bis zur alten Elberfeld-Hagener Bahn, die wagerecht mit einer einfachen Brücke übersetzt wird, durchbricht in einer Krümmung von 300 m Halbmesser und einer Steigung von 1 : 80 mit 290 m langem Tunnel den gegenüberliegenden Höhenrücken, überschreitet in einer Gegenkrümmung von 280 m Halbmesser mit einem 180 m langen und 22 m über der Thalsohle hohen Viaduct das Schwarzbachthal und erreicht schließlich in Stat. 33 den 26,11 m über dem Bahnhof Rittershausen liegenden Bahnhof Oberbarmen, der zur Aufnahme des erweiterten Verkehrs noch mit einer größeren Anzahl Geleise versehen werden muß. Die Verbindung zwischen den beiden vorerörterten Linien hat eine Länge von 800 m und durchsetzt mit einem 235 m langen Tunnel gleichfalls den Bergrücken zwischen der Elberfeld-Hagener Bahn und dem Wupperthal, und zwar so, daß die Ausmündung beider Tunnel vor Bahnhof Langerfeld in demselben Einschnitt erfolgt.

Die Bauausführung begann im Juli 1886 und ist bereits soweit gefördert, daß die Eröffnung sämtlicher Linien voraussichtlich noch im Laufe des Jahres 1889 stattfinden kann.

Das zu durchbrechende Gebirge besteht in der Hauptsache aus vielfach verworfenem und stark zerklüftetem devonischen Kalk, dessen Leitmuschel Stryngocephalus ist. Südlich vom Bahnhof Langerfeld geht das Gebirge in Lenneschiefer und Grauwacke über. Zu bewegen sind insgesamt 375 000 cbm meist Felsboden, deren Gewinnung in dem ungemein festen, aber stark zerklüfteten Kalk viel Schwierigkeiten verursacht. Die Einschnittsböschungen im Bereich des Felsbodens waren ursprünglich durchweg mit 1 : 0,25 beabsichtigt, doch wurde später die Neigung auf 1 : 0,33 festgesetzt, da bei der steileren Anlage sich die oberen, durch Lehmadern zersetzten Schichten häufig lösten und herabstürzten. Breitere Klüfte nöthigten zu Ausmauerungen, zu welchen der im Einschnitt selbst gewonnene Kalkstein in roh behauener Form verwandt wurde. Nach dem Vorbilde der Stützmauern an der Gotthardbahn ließ man einzelne Köpfe, auf das Quadratmeter etwa drei bis vier, aus der Mauerfläche 10 bis 15 cm heraustreten und brachte so mit einfachen Mitteln die gemauerten Theile in eine gewisse Uebereinstimmung mit den stehen gebliebenen Felsmassen.

Vor dem Bahnhof Langerfeld mußte der Tunnelvoreinschnitt wegen der Verbindungsweichen bis zu einer Profilhöhe von 25 m ausgedehnt werden. Die ganze Einschnittsmasse mit 135 000 cbm war durch den oberen östlichen Tunnel nach der Ablagerungsstelle nördlich von der Elberfeld-Hagener Bahn zu schaffen. Es wurde daher die sogenannte englische Betriebsweise zur Anwendung gebracht, und zu diesem Zwecke in Verbindung mit dem bereits fertig gestellten Tunnel ein Stollen durch den Einschnitt getrieben und auf je 40 m Länge ein Rollloch von 1,5 m im Geviert senkrecht herabgeführt. Diese Rolllöcher wurden allmählich trichterförmig erweitert, und das Material wurde durch dieselben in untenstehende Wagen gestürzt. Um bei dem hohen Fall von etwa 20 m die Wagen nicht zu sehr zu beschädigen, wurden am Fuße der Löcher hölzerne Fallbühnen eingebaut. Die zu beladenden Wagen wurden durch eine Locomotive von der Ablagerungsstelle in den Tunnel hineingedrückt, auf einer schiefen Ebene mit der Neigung 1 : 50 in den 2 m höher gelegenen Einschnittsstollen mittels Drahtseils von einer auf dem Bahnhof Langerfeld in Thätigkeit befindlichen Maschine hinaufgezogen, nach dem Beladen durch die eigene Schwerkraft unter Anwendung von Bremsen in den Tunnel hinabgelassen und von dort wieder durch die Locomotive, welche die neuen Wagen anbrachte, abgeholt. Zur Vornahme dieser Bewegungen war eine ständige Erleuchtung des Tunnels erforderlich; dies geschah auf elektrischem Wege, wozu eine in der Nähe befindliche Anlage Gelegenheit bot. Eine Beleuchtung durch Glühlichtlampen von 16 Normalkerzen Stärke auf je 25 m erwies sich als hinreichend.

Bei der Inangriffnahme der Erdarbeiten wurde die Anwendung von Gesteinsbohrmaschinen in Erwägung genommen, doch das häufige Vorkommen der Lehmklüfte, welche bis 7 m Ausdehnung erreichten, ließ das nicht rathsam erscheinen. Die Sprenglöcher wurden daher nur mittels Handbohrung hergestellt und zwar im offenen Einschnitt einmännig nur mit Stoßbohrer, im beschränkten Stollenraum zweimännig mit Hammer und Meißel. Geschickte italienische Arbeiter sind im Stande gewesen, an langen Sommertagen bis zu 10 m Bohrlöcher in einem Tage herzustellen. Die Kosten stellten sich hierbei für das Cubikmeter gewonnenen Felsen, zu dem durchschnittlich ein Schuß erforderlich war, auf 0,5 bis 0,65 ℳ an Spreng-

stoff und 0,5 bis 0,68 *M.* an Ausgaben für die Herstellung des Bohrlochs einschliefslich des Verbrauchs an Bohrstahl und Unterhaltung des Arbeitszeuges. Die Unternehmer erhielten für das Cubikmeter Felsen zu lösen und in die Abfuhrgefäfse zu laden 1,2 *M.* und für das Fortschaffen selbst auf 1100 m 0,8 *M.*

Die Tunnel wurden wegen der langen und tiefen Voreinschnitte und da wenig Wasserandrang zu erwarten war, nach belgischer Bauweise hergestellt. Vom Firststollen aus, der nur an einzelnen Stellen Auszimmerung erforderte, wurden die Bogenorte ausgebrochen und das Gewölbe, das bei dem stark zerklüfteten Felsen durchweg erforderlich war, auf schmiedeeisernen Lehrbögen zur Ausführung gebracht. Abgedeckt wurde das auf der Rückseite mit Cementmörtel geglättete Gewölbemauerwerk mit Tectolith von der Firma Malchow aus Leopoldshall. Zuerst versuchte man den Tectolith in meterbreiten Bahnen quer herüber zu rollen, doch erwies sich dies bei dem beschränkten freien Raume zu schwierig, die einzelnen Bahnen konnten nur eine geringe Länge erhalten und Undichtigkeiten waren hierbei nicht ganz zu vermeiden. Später wurden daher 10 m lange Tectolithbahnen gleich beim Aufmauern der 9 m langen Ringe der Länge nach auf die Gewölbeflügel ausgebreitet. Bei 10 cm Ueberdeckung genügten 5 bis 7 Bahnen in der Querrichtung.

Die Gesamtkosten für das Meter des eingeleisigen Tunnels stellten sich bei 0,5 m starken Bruchsteingewölben und voller Ausmauerung der Widerlager auf rund 550 *M.*

An bemerkenswerthen Bauausführungen sind noch zu erwähnen:

1. Die Werlêstrafsenüberführung am östlichen Ende des Bahnhofes Rittershausen, welche mit zwei Oeffnungen von 28,6 und 11,90 m Lichtweite sechs bezw. zwei Bahnhofsgeleise überbrückt und zu der vier Rampen emporführen. Die beiden Hauptrampen, welche den gesamten Verkehr zum Güterschuppen und zur zollfreien Niederlage vermitteln, haben bei 100 und 113,2 m Länge Neigungen von 1 : 20 und sind theils durch Erddämme, theils durch gemauerte Bögen hergestellt. Die südliche Seitenrampe von 87 m Länge überbrückt in einer Neigung von 1 : 20 die Wupper mit drei eisenüberdeckten Oeffnungen von durchschnittlich 11 m Lichtweite und schliefst die Rittershauser- und Rauenthalerstrafse an. Die nördliche Seitenrampe führt nach der Berliner- und Höfenstrafse und zeigt auf 63 m Länge eine Neigung von 1 : 15. Hier mufste die Wupper eines vorhandenen Mühlenwehres halber mit einer Eisenconstruction von 46,6 m Lichtweite überbaut werden.

Zwischen den beiden Seitenrampen wurden die vorhandenen drei einzelnen eisernen Geleisüberbauten der Wupper durch eine fünfgeleisige Brückentafel ersetzt, welche an der nördlichen Seite, des erwähnten Wehres halber, an einem Schwedler-Träger von 45,70 m Lichtweite aufgehängt ist, während die übrigen Constructionen auf zwei Zwischenpfeilern Auflager finden. Besondere Schwierigkeit bot die Aufrechterhaltung des sehr starken Betriebes an dieser Stelle während des Umbaues. Die dritte südliche Geleisbrücke trug nur ein Ausziehgeleis und war ohne weiteres zu entfernen, über die beiden anderen Brücken, welche die beiden Hauptgeleise trugen, verkehrten aber täglich in jeder Richtung etwa 75 Züge einschliefslich der leer fahrenden Locomotiven, und es durfte der Abbruch einer Brücke erst erfolgen, nachdem anderweitiger Ersatz beschafft war. Für den Umbau ergaben sich hiernach von selbst drei Bauabschnitte:

a) Abbruch der dritten südlichen Brücke und Ausführung des südlichen Theiles der neuen Brückentafel mit Umlegung des zweiten Hauptgeleises.

b) Abbruch der zweiten mittleren Brücke und Ergänzung der Brückentafel mit weiterer Umlegung des ersten Hauptgeleises.

c) Abbruch der ersten nördlichen Brücke, Fertigstellung der Brückentafel und Zurückführung der Geleise in die bleibende Lage.

Der Bau der Brückentafel wurde nach dem genau festgesetzten Plane in der Zeit vom Juli bis October 1888 ohne weitere Störung für den Betrieb, als dafs sämtlichen Zügen ein kurzer Aufenthalt vor dem Durchfahren der scharfen Krümmungen der vorübergehenden Verbindungsgeleise zugemuthet wurde, zur Ausführung gebracht.

Der Fufspunkt der Höfenstrafsenbrücke ist mit der Rittershauserstrafse nochmals durch eine 2 m breite, 31,7 m lange Fufsgängerüberführung mit Treppenanlagen verbunden.

Diese Gesamtgruppe von fünf grofsen schmiedeeisernen Brücken auf engbegrenztem Felde, welche durch die eigenthümlichen beschränkten Verhältnisse bedingt war, macht einen ganz eigenartigen Eindruck und entbehrt mit dem ungemein rege darüber und darunter hin und her wogenden Verkehr nicht des malerischen Reizes.

2. Der zweigeleisige Wupperviaduct von rund 300 m Länge und 14 m Höhe über Thalsohle, welcher die von Beyenburg und Lennep herankommenden Geleise zusammenfafst, leitet über das Thal und in den Trennungsbahnhof Langerfeld. Derselbe übersetzt die an beiden Thalseiten entlang führenden Chausseen nach Beyenburg bezw. Lennep mit zwei gewölbten Oeffnungen von 15 und 24 m Lichtweite, dazwischen befinden sich noch sechs gewölbte Oeffnungen von je 20 m Lichtweite und die mit einem elastischen Bogenträger in 230 Tonnen Gewicht von 44 m Spannweite überbrückte Oeffnung für die Durchführung des Wupperflusses.

Die 11 Pfeiler des Viaducts sind aus Ruhrkohlensandstein mit hammerrecht bearbeiteter Verkleidung hergestellt, die Gewölbe und Stirnmauern in gefälliger Ziegelarchitektur gehalten. Die Gewölbezwickel sind in der üblichen Weise ausgespart, die Entwässerung ist durch die Scheitel der Gewölbe geführt. Zur Ausführung der grofsen Gewölbe wurden recht harte Prefsziegel und verlängerter Cementmörtel in steifem Zustande verwandt. Um nach dem Ausrüsten die Bildung von Bruchfugen zu verhüten, wurden die starken Lehrgerüste mit dem gleichmäfsig vertheilten Material vollständig belastet und 1 m über Kämpferhöhe Trockenfugen hergestellt, indem die Lagerfugen durch zwischengelegte 1 cm starke Holzstücke offen gehalten wurden. Diese Fugen wurden dann gleichzeitig mit dem Schlufs des Gewölbes mit dünnflüssigem Cementmörtel ausgegossen. Nach dem Ausrüsten, welches in sehr vorsichtiger Weise mittels Sandtöpfe frühestens 14 Tage nach dem Schlufs des Gewölbes erfolgte, zeigte sich nur eine durchschnittliche Senkung des Scheitels von 3 cm, und ein Oeffnen der Fugen wurde nirgends festgestellt. Die Ausführung des Viaducts, welcher einen Kostenaufwand von 360 000 *M.* erforderte, nahm namentlich infolge der Behinderung durch den nassen Sommer 1888 einen Zeitraum von zwei Jahren in Anspruch.

3. Der eingeleisige Schwarzbachviaduct, welcher in 180 m Länge 22 m hoch das dichtbebaute Schwarzbachthal kreuzt. Die

Bahnachse ist, um die starke Krümmung im mittleren Theil des Viaducts zu vermeiden, in einen Korbbogen von 280, 450 und 260 m Halbmesser gelegt und demgemäfs der Grundrifs des Viaducts in Form eines Vielecks gestaltet worden. Er besteht aus drei mit Fischbauchträgern überbauten Oeffnungen von je 30 m Lichtweite und daran anschliefsenden drei gewölbten Oeffnungen von je 15 m Weite, während am östlichen Ende noch die Hügelstrafse mit einer 12,6 m weiten Oeffnung überwölbt wird. Die schlanken Pfeiler sind gleichfalls aus Ruhrkohlensandstein mit hammerrecht bearbeiteter Verkleidung hergestellt und zur Ersparung an Mauerwerk so weit als möglich aufgelöst. Die Ausführung, welche einen Kostenaufwand von rund 150000 ℳ erforderte, bot keine besonderen Schwierigkeiten.

Der Bahnhof Rittershausen mit seinen 11 km Geleisen und 97 Weichen wird als Centralbahnhof für den gesamten Personenverkehr ausgebildet und mit drei Bahnsteigen versehen, welche unter sich durch eine Untertunnelung verbunden und mit einer eisernen Bogenhalle überdacht werden. Um Irrthümer der Reisenden zu verhüten, soll hier die Trennung nach den einzelnen Fahrrichtungen Deutz, Düsseldorf bezw. Hagen, Oberbarmen, Lennep, Beyenburg streng durchgeführt werden.

Mit der Vollendung dieser Bahnanlagen wird ein Werk geschaffen sein, das den Bedürfnissen des Verkehrs in weitreichendem Mafse entgegenkommt und zur Belebung der Gewerbthätigkeit des bergischen Landes wesentlich beitragen wird.

Schachert.

Theilweise Zerstörung der Jeetzel-Brücke durch Hochwasser und Wiederherstellung derselben.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 37 im Atlas.)

Im Zuge der Bahnlinie Wittenberge-Lüneburg zwischen den Stationen Dannenberg und Hitzacker wird in km. Stat. 180, 1—2, die Jeetzel, ein Nebenflufs der Elbe, mit einer eisernen Brücke überschritten. Die Bahnlinie durchschneidet zwischen genannten Stationen mittels eines hochwasserfrei liegenden Dammes das Ueberfluthungsgebiet der Elbe, und das erwähnte Bauwerk hat neben der Durchführung der Wassermassen der Jeetzel noch den Zweck, das in dem Jeetzelbette zurückstauende Hochwasser der Elbe durchzulassen, um eine Ueberfluthung der südwestlich des Bahndammes (vergl. Abb. 1 auf Blatt 37, Lageplan) zu beiden Seiten des Jeetzelflusses liegenden Wiesen zu ermöglichen, sowie den Rücklauf des genannten Hochwassers zur Elbe zu vermitteln. Zur Vermeidung einer zu starken Strömung an der Brückenstelle hat man eine für diese Wassermengen genügend grofse Durchflufsweite vorsehen müssen. Die Brücke hat drei mit Schwedler-Trägern überspannte Oeffnungen von je 32,64 m lichter Weite. Die eisernen Ueberbauten haben eine Stützweite von 33,58 m und wiegen bei zweigeleisig hergestelltem Oberbau ungefähr je 88 Tonnen, einschliefslich Brückenbalken, Belag und Geleise.

Die beiden Mittelpfeiler von je 12,50 m Länge und 2,20 m Breite sind auf je zwei an den beiden kurzen Seiten halbkreisförmig geschlossenen Brunnen von je 4,80 m Gesamtlänge und 3,10 m Breite gegründet. Dieselben sind 4,08 m tief gesenkt und mit einander durch ein Gewölbe verbunden, auf welchem der mittlere Theil der Pfeiler ruht. Die Brunnen waren bis auf eine mehrere Meter starke Schicht mittelgroben Sandes gesenkt. Schutzvorrichtungen zur Sicherung derselben waren nicht vorhanden. Die Landpfeiler sind unmittelbar auf dem gewachsenen Sandboden erbaut und zum Schutze gegen Unterspülung an allen vier Seiten mit Spundwänden umschlossen. Die Brücke, in den Jahren 1872 und 1873 erbaut, hatte sich bei den bisherigen Hochwassern als standfähig bewiesen, auch im Jahre 1876, als bei dem Hochwasser in unmittelbarer Nähe der Brücke der ungefähr 6,90 m hohe Eisenbahndamm unterspült und auf eine Länge von ungefähr 100 m um 2 m gesunken war, den Hochfluthen widerstanden. Dem Wasserandrang im Frühjahr 1888 zeigte sich dieselbe jedoch nicht gewachsen, als infolge von Eisversetzungen in der Elbe oberhalb der Jeetzelmündung der Elbdeich oberhalb der Brücke an mehreren Stellen in der Nähe von Dannenberg durchbrochen wurde. Die Eis- und Wassermassen gelangten nach Ueberfluthung des niedrig liegenden Bahnhofes Dannenberg auf die südwestliche Seite der Bahnlinie in das Jeetzelthal und mufsten, um zur Elbe zurückzugelangen, sofern der Bahndamm genügenden Widerstand entgegensetzte oder nicht durchstochen wurde, nothwendigerweise die Brückenstelle passiren. Der Bahndamm hielt, eine Durchstechung unterblieb, und nun strömten die Eis- und Wassermassen, welche den gröfsten Theil des Elbehochwassers ausmachten, mit rasender Geschwindigkeit durch die Brückenstelle zur Elbe in den unterhalb der Eisversetzung befindlichen Flufslauf. Solchem Andrang gegenüber war die Pfeilergründung nicht fest genug, der nach Hitzacker zu belegene (zweite) Mittelpfeiler wurde unterspült und senkte sich. Durch Augenzeugen ist festgestellt, wie die Senkung in der Weise erfolgte, dafs zunächst der stromauf gelegene Brunnen nachgab und sodann der stromab gelegene Brunnen nachfolgte; alsdann senkte sich wieder der stromauf gelegene und darauf der stromab gelegene Brunnen. Diese pendelnde Bewegung des Pfeilers dauerte fort, bis die stromabwärts gelegene Pfeilerspitze um 3,20 m, die stromauf gelegene Pfeilerspitze um 3 m heruntergesunken war. Aufser dieser senkrechten Bewegung hatte der Pfeiler eine Drehung um eine in seinem Mittelpunkte angebracht gedachte senkrechte Achse gemacht, sodafs die stromab gelegene Pfeilerspitze um 0,26 m nach Dannenberg zu ausgewichen war, während die stromauf gelegene Spitze um ungefähr das gleiche Mafs sich nach Hitzacker zu hinübergedrängt zeigte. Schliefslich war der Pfeiler, wie später vorgenommene Messungen ergeben haben, aus dem Loth gewichen, in der Art, dafs derselbe in der Längsachse der Bahnlinie eine nach Hitzacker zu und in der Querrichtung zur Bahnlinie eine stromabwärts geneigte Stellung eingenommen hatte. Diese Abweichungen vom Lothe betrugen in der erstgenannten Richtung an den Auflagerstellen des eisernen Ueberbaues bis 26 mm und in der letzterwähnten Richtung bis 124 mm bei einer Pfeilerhöhe von rund 6,78 m. Die Mitte des Pfeilers, welche keinerlei Auflager des eisernen Ueberbaues trug, war in der lothrechten Richtung stehen geblieben. Die übrigen Pfeiler der Brücke, wenn auch stark

bedroht, hatten sich durch rechtzeitiges Versenken von Sandsäcken und Steinen halten lassen. Die Abbildung 2 auf Blatt 37 zeigt, in welcher Weise das Flufsbett zwischen den beiden Landpfeilern durch das Hochwasser ausgespült worden ist.

Die auf dem gesunkenen Pfeiler aufruhenden eisernen Ueberbauten waren bei dem Sinken auf dem Pfeiler liegen geblieben und zeigten, wie die spätere Untersuchung ergab, nur ganz unbedeutende Beschädigungen, welche in drei zerrissenen und mehreren locker gewordenen Diagonalen des Windverbandes bestanden. Aufserdem waren einige Lagerplatten zersprungen und mehrere Schraubenbolzen an den Lagern und Niete an den Verbindungsstücken zwischen den beiden Ueberbauten auf dem gesunkenen Pfeiler abgeschert.

Ansicht der Jeetzel-Brücke nach erfolgtem Unfall.

Der vorstehende Holzschnitt giebt die Ansicht der Brücke nach erfolgtem Unfall. Die Auflager der eisernen Ueberbauten waren derart angeordnet, dafs sich auf dem nach Dannenberg belegenen Landpfeiler das bewegliche (Pendel-) Lager für den Ueberbau der ersten Oeffnung, das feste Auflager dagegen sich auf dem ersten Mittelpfeiler befand. Derselbe Pfeiler trug das bewegliche Auflager des Ueberbaues der folgenden (zweiten) Oeffnung, während das feste Auflager für denselben Ueberbau sich auf dem folgenden (zweiten) Mittelpfeiler befand. Der Ueberbau der dritten Oeffnung endlich hatte sein bewegliches Auflager auf dem letzterwähnten Mittelpfeiler und sein festes Auflager auf dem nach Hitzacker zu belegenen Landpfeiler.

Die durch den Unfall verursachte Verschiebung der Auflager hat ergeben, dafs während des Setzens und Drehens des Pfeilers bei dem dritten (dem nach Hitzacker zu belegenen) Ueberbau die festen Auflager auf dem Landpfeiler ziemlich in ihrer Lage verblieben waren und das Trägersystem auf den Pendeln schleifend zu sich gezogen hatten, während beim zweiten Ueberbau die Reibung des Trägersystems auf den auf dem nicht gesunkenen Mittelpfeiler befindlichen und umgekippten Pendeln so grofs war, dafs infolge derselben der gesamte Ueberbau mit den festen Auflagern in der Richtung nach dem stehengebliebenen Pfeiler sich herangezogen hatte. Die Pendellager selbst waren genau in ihrer Lage liegen geblieben und ebenso wie die Pendellager des dritten Ueberbaues nicht beschädigt, sodafs sie beim späteren Aufstellen der Ueberbauten wieder verwendet werden konnten.

Für die vorzunehmende Wiederherstellung der Brücke war vor allen Dingen die Beantwortung der Frage entscheidend, ob die Beschaffenheit des Untergrundes und diejenige des gesunkenen Pfeilers einen Wiederaufbau des letzteren und seine damit verbundene Benutzung zum Anheben der eisernen Ueberbauten zuliefs.

Durch Bodenuntersuchungen vermittelst Bohrungen wurde festgestellt, dafs der Untergrund die genügende Tragfähigkeit für den etwa wieder aufzuhöhenden Pfeiler besafs. Eine genaue Untersuchung des gesunkenen Pfeilers durch einen Taucher, welcher zugleich Techniker war, hatte das überraschende und zugleich erfreuliche Ergebnifs, dafs keinerlei Risse am Pfeiler vorhanden waren, und dafs insbesondere auch das Gewölbe zwischen den beiden Brunnen vollkommen unversehrt war. Auch fanden sich Unterspülungen unter den Brunnenkränzen nicht vor, dieselben safsen vielmehr mit ihrer ganzen Unterfläche auf. Genaue Messungen ergaben, dafs es möglich sein würde, den Ueberbauten nach ihrer Hebung, und nachdem dieselben in ihre frühere Lage gebracht sein würden, auf dem gesunkenen Pfeiler genügendes Auflager zu geben, wenn der Pfeiler senkrecht aufgemauert würde, indem nur nöthig wurde, für den stromabwärts gelegenen Träger der dritten Oeffnung eine geringe Auskragung zu mauern. So entschied man sich denn für den Wiederaufbau des gesunkenen Pfeilers und das Anheben der eisernen Ueberbauten auf dem Pfeiler selbst. Es wurde jedoch für nothwendig erachtet, bevor mit dem Anheben vorgegangen wurde, den Pfeiler bis auf mindestens 3 m mit Kies zu umschütten, in der Weise, dafs rings um den Pfeiler ein 2 m breiter Absatz gebildet wurde, und diese Umschüttungsarbeiten während des Anhebens fortzusetzen, bis die Höhe des weggeschwemmten früheren Wiesengrundes durch den Schüttboden erreicht sein würde.

Zum Anheben sowie zur Vornahme der seitlichen und der erforderlichen Längsverschiebungen der Trägersysteme wurden Kraftwasser-Winden (vergl. Abb. 3 und 4 auf Blatt 37) von 20 Tonnen Tragfähigkeit in Aussicht genommen, wie solche in den Rettungswagen innerhalb des Directionsbezirks Altona vorhanden waren. Zum Anheben eines jeden Trägersystems wurden je vier Winden verwendet, welche wie aus der Abbildung 3 zu ersehen, mittels gebogener Rundeisen von 26 mm Durchmesser, an jedem Hauptträger zwei, angebracht waren. Zur Uebertragung des Druckes auf das Mauerwerk sowie zum Unterklotzen des Ueberbaues nach einem jedesmaligen Anhub wurden durchweg eichene Klötze verwendet und zwar von möglichst geringer Lagerfläche, um die Abmessungen der für dieselben zu lassenden Aussparungen möglichst klein zu erhalten. Unter jede Winde wurden Klötze von 20 zu 23 cm Fläche untergebracht, während zum Unterklotzen des angehobenen Trägers solche von 35 zu 25 cm Grundfläche Verwendung fanden. Die Winden wurden senkrecht zum Untergurt der Hauptträger gestellt, die unteren Flächen der Unterlageklötze unter den Winden als Cylinderflächen ausgebildet. Infolge dessen pafsten sich diese Klötze jeder Stellung der Winden an, der Windenfufs setzte sich voll auf untergelegtes Holz und es wurde somit die Beanspruchung von nur einer Kante des ersteren und eine schiefe Belastung des Kolbens, welche etwa ein Zerbrechen derselben hätte herbeiführen können, vermieden. Die Hebungsarbeiten selbst wurden in der Weise ausgeführt, dafs die zu einem Ueberbau gehörigen Hauptträger gleichzeitig, also mit vier Winden, um 35 bis 40 cm gehoben wurden, der Ueberbau wurde dann zwischen den Winden unter dem an dem Träger fest angeschraubten oberen Lagertheile unterklotzt, sodann wurden die Windenkolben mit Brechstangen hineingedrückt und die unter den Winden befindlichen Unterlagsklötze entfernt. Dasselbe Verfahren fand dann an dem anderen Ueberbau statt. Darauf wurde das Mauerwerk in reinem Cementmörtel unter Anwendung von schnell bindendem Cement an denjenigen Stellen, wo die Windenfüfse zum ferneren Anheben wieder aufgestellt werden mufsten, bis möglichst dicht an die Unterkante des Trägers aufgemauert, wobei natürlich die eichenen Unterlageklötze ausgespart werden mufsten. Nach 20 bis 24 Stunden war das Mauerwerk soweit erhärtet, dafs auf dasselbe die Winden, welche nunmehr den Träger wieder zu tragen bekamen, mit Sicherheit von neuem aufgesetzt werden konnten. Die Unterlageklötze wurden entfernt, und die ausgesparten Löcher mit schnell bindendem Cementmörtel ausgemauert. Nach ferneren 24 Stunden war dieses letztere Mauerwerk soweit erhärtet, dafs ohne Gefahr auf demselben die Aufklotzung wieder vorgenommen werden konnte. Und nun begann die oben beschriebene Arbeitsfolge von neuem. Es wurden somit die Träger jeden dritten Tag um 35 bis 40 cm gehoben. Zu bemerken bleibt noch, dafs während des Anhebens die Ueberbauten immer sorgfältig sofort durch passende Brettstückchen und Klötze unterklotzt wurden, sodafs bei einem etwaigen Versagen der Winden der Träger höchstens um 1 bis 2 cm sinken konnte. An jeder Winde wurden zwei Arbeiter angestellt, welche jedoch die zum Anheben der Ueberbauten erforderliche Kraft nur nach Verlängerung der Hebelsarme an den Winden mittels aufgesteckter, ungefär 1 m langer Gasröhren ausüben konnten. Das jedesmalige Anheben der zwei Ueberbauten nahm ungefähr $^3/_4$ Stunden in Anspruch und wurde wesentlich dadurch verzögert, dafs bei dem geringen Kolbenhube der Winden von 315 mm, welcher vorsichtshalber nicht ganz ausgenutzt wurde, ein einstweiliges Unterfangen der Ueberbauten, ein Entfernen der Unterlagsklötze unter den Winden, ein Hineindrücken der Kolben und schliefslich zum ferneren Anheben ein nochmaliges Unterklotzen der Winden erforderlich wurde. Da ein Rutschen der Trägersysteme nach dem gesunkenen Pfeiler hin bei den ersten Anhüben, solange die Ueberbauten eine ziemlich geneigte Stellung inne hatten, nicht ausgeschlossen war, so wurde jeder Ueberbau durch vier auf dem Lande eingegrabene Erdwinden mittels starker Ketten gehalten und aufserdem durch hölzerne Steifen gegen den gesunkenen Pfeiler abgesteift. Die Steifen setzten sich gegen Keile, welche auf dem Pfeilermauerwerk ruhten und während des Anhebens stetig nachgetrieben wurden, um die Streben in fortdauernder Wirksamkeit zu halten. Diese Vorsichtsmafsregeln wurden beobachtet, bis die Ueberbauten ungefähr 1 m hoch angehoben waren. Wie schon oben erwähnt, wurden die Ueberbauten 35 bis 40 cm bei jedem Anhub gehoben. Ein gröfseres Mafs zu nehmen, war nicht rathsam, weil sonst die Winden selbst auf zu hoher Klotzunterlage hätten aufgesetzt werden müssen, auch die Unterklotzung der Träger zu hoch und bei der geringen Grundfläche nicht standfest genug geworden wäre, weil sich ferner die sich bei den Aussparungen der Unterlagsklötze nach Entfernung der letzteren bildenden Löcher im Verhältnifs zu ihren Längen- und Breiteausdehnungen zu tief gestaltet hätten und ihre Ausmauerung zu schwierig geworden wäre, und weil endlich bei schnellerem Anheben, d. h. gröfseren einzelnen Anhüben, die nur in beschränkter Zahl anzustellenden Maurer mit dem Aufhöhen des Pfeilermauerwerks nicht so schnell als nöthig war, hätten folgen können, mithin ein beschleunigteres Vorwärtskommen doch nicht erzielt worden wäre. Gröfsere Anhübe als 40 cm mufsten ausgeführt werden gleich beim Beginn der Hebungsarbeiten, als die Auflager herausgenommen wurden, und ferner beim vorletzten und letzten Anhub, als die Auflagersteine und die Auflager selbst wieder untergebracht werden mufsten. Der gröfste einmalige Anhub betrug 95 cm. Behufs Herausnehmen der Auflager und Unterbringen der Auflagersteine und Auflager mufsten die Ueberbauten durch je zwei I-Träger abgefangen werden, welche auf hölzernen Klötzen auflagen, die zu beiden Seiten der Hauptträger auf dem Mauerwerk ruhten.

Nachdem die Auflagersteine untergebracht und vergossen waren, auch der Mörtel genügend erhärtet war, sodafs ein Verrücken der Steine nicht mehr zu befürchten stand, wurde das seitliche Verschieben der Ueberbauten vorgenommen. Zu diesem Zwecke wurden nur die der Verschiebungsrichtung abgewendeten beiden Winden eines jeden Ueberbaues angewunden, nachdem zuvor der Ueberbau auf eine mit grüner Seife bestrichene, 1 : 10 geneigte Ebene aufgelagert war. Sowie der Ueberbau etwas gehoben war, fing derselbe auf der geneigten Ebene an zu rutschen, und zwar erfolgte dies in einzelnen Rucken, infolge deren der Ueberbau um etwa 20 bis 25 mm sich seitwärts bewegte. Nach jedem Rucke wurden die Winden, welche mit gezogen wurden, und daher eine geneigte Lage erhalten hatten, wieder in die senkrechte Stellung gebracht. Beim Hinüberschieben der Träger waren die nach der Schiebungsrichtung hin befindlichen Winden vollkommen aufser Thätigkeit, sie schwebten frei in der Luft. Auf diese Weise wurde der dritte Ueberbau um 65 mm stromauf und der zweite Ueberbau um 170 mm

stromab geschoben, ohne dafs sich Unzuträglichkeiten herausgestellt hätten. Zu bemerken bleibt nur, dafs, nachdem die Unterlagsklötze glatt geworden waren, das Mafs bei den einzelnen Rucken sich bis zu 68 mm vergröfserte, sodafs gegen das Ende der Schiebungen Absteifungen gegen das Pfeilermauerwerk vorgenommen werden mufsten, um zu verhüten, dafs die Ueberbauten über den Punkt, bis zu welchem sie geschoben werden sollten, hinausschossen.

Nachdem die Querverschiebung der Ueberbauten beendet war, begann die ungleich schwierigere Verschiebung in der Längsrichtung. Zu dem Ende wurden die Ueberbauten an dem der Schiebungsrichtung entgegengesetzten Ende etwas höher gehoben. Das tiefer liegende Ende des zweiten Ueberbaues wurde auf in der Schiebungsrichtung mit einer Neigung 1 : 8 versehenen Unterlagsklötze gelegt, während das andere Ende auf dem Pendellager ruhte, nachdem zuvor die Pendel senkrecht eingestellt waren. Nun wurde der Ueberbau an dem tiefer liegenden Ende vermittelst zweier Winden angehoben, welche seitwärts des Trägers, wie Abb. 3 auf Bl. 37 dies angiebt, angebracht waren (jedoch unter Fortlassung der eisernen Bänder), und darauf durch Ablassen der Winden wieder auf die geneigte Unterlage gesenkt. Der Zweck, dafs der ganze Ueberbau auf der geneigten Ebene in der Längsrichtung rutschen sollte, wobei die Pendel umkippen und auf diese Weise nachhelfen sollten, wurde bei den erstmaligen drei Anhüben und Senkungen nicht erreicht. Der Ueberbau rührte sich nicht. Bei der vierten Senkung endlich rutschte der Träger auf einmal 65 mm, annähernd das Mafs, um welches er verschoben werden sollte, machte dabei jedoch auch noch eine nicht vorherzusehende Seitenbewegung, sodafs zwei Winden zersprengt wurden.

Infolge der hierbei gemachten ungünstigen Erfahrungen wurde bei dem dritten Ueberbau, welcher um 120 mm nach Hitzacker zu verschoben werden mufste, ein anderes Verfahren eingeschlagen. Der Ueberbau wurde wieder an dem einen, dem nach Hitzacker zu belegenen Ende etwas tiefer gelegt, die hier liegenden festen Auflager wurden herausgenommen und dafür Pendellager mit senkrecht stehenden Pendeln untergebracht, auf dem gesunkenen Pfeiler wurde der Ueberbau wieder auf in der Schiebungsrichtung mit 1 : 8 geneigte und mit Seife bestrichene Unterlagsklötze gelegt. Es wurden je zwei Winden an jedem Hauptträger, gegen den zweiten Ueberbau sich stemmend, in geneigter, fast wagerechter Richtung so angesetzt, dafs durch deren Anwinden der Ueberbau unmittelbar geschoben wurde. Auf diese Weise liefs sich der Ueberbau leicht und gefahrlos um das angegebene Mafs von 120 mm nach Hitzacker zu stetig verschieben. Um zu verhindern, dafs dies zu weit nach Hitzacker zu geschah, wurde, an das Mauerwerk des Landpfeilers angelehnt, eine Holzpackung angebracht, bis zu welcher der Ueberbau herangedrängt werden durfte.

Erst, nachdem die Ueberbauten in die richtige Lage gebracht waren, wurden die Lager untergebracht, eine Arbeit, welche zwar umständlich, aber nicht mehr gefahrvoll war.

Nachdem sodann die zerrissenen Diagonalen des Windverbandes durch neue ersetzt, auch die lose gewordenen angespannt worden und die Zwischenstücke auf den Pfeilern zwischen den einzelnen Ueberbauten eingesetzt waren, konnten die Probebelastungen, zuerst mit ruhender Last — Eisenbahnschienen — und dann mit Locomotiven vorgenommen werden. Diese Belastungen fielen vollkommen zur Zufriedenheit aus, namentlich zeigte auch der Pfeiler, welcher unterdes ungefähr bis zur ehemaligen Höhe der angrenzenden Wiesen mit Kies eingeschüttet war, nicht die geringste Bewegung, und so konnte die Brücke am 28. August dem Betriebe wieder übergeben werden. Die Arbeiten behufs Aufstellung der Winden hatten begonnen am 23. Juni. Es waren mithin die gesamten Hebungs-, Aufmauerungs- und Aufräumungsarbeiten bei vorwiegend regnerischer und stürmischer, also äufserst ungünstiger Witterung innerhalb $9\frac{1}{2}$ Wochen beendet worden.

Unfälle sind bei der ziemlich gefahrvollen Arbeit aufser geringen Verletzungen von Arbeitern nicht zu beklagen gewesen. Die Kraftwasser-Winden, welche mit Glycerin gefüllt waren, haben sich sehr gut bewährt und zu Ausstellungen Anlafs nicht gegeben, nur war es manchmal, namentlich gegen Beendigung der Arbeit hin, mit Schwierigkeiten verknüpft, den Kolben wieder hineinzudrücken; Verbiegungen des letzteren waren nicht wahrzunehmen, sodafs der Grund für den schweren Gang der Kolben nicht ermittelt werden konnte.

Die eichenen Unterlagsklötze, sowohl unter den Winden als auch unter den Ueberbauten, haben sehr starke Pressungen aushalten müssen; dieselben mufsten, namentlich die an der einen Fläche cylinderförmig gestalteten Unterlagsklötze unter den Winden, sehr häufig (oft nach jedem zweiten Anhub) erneuert werden.

Die gesamten Hebungs- und Aufmauerungsarbeiten haben einschliefslich der verwendeten Materialien und der Wiederherstellung der Ueberbauten einen Kostenaufwand von etwa 11850 ℳ erfordert.

Der Entwurf zum Heben der Ueberbauten ist im Königlichen Eisenbahn-Betriebsamt Berlin (Directionsbezirk Altona) nach den im Königlichen Ministerium der öffentlichen Arbeiten gegebenen mündlichen Anregungen ausgearbeitet worden. Die Leitung der Wiederherstellungsarbeiten war dem Unterzeichneten übertragen.

Boettcher.

Die höheren Integralcurven und die Momente der Flächen ebener Curven.

Es seien x und y_0 die Achsenabstände (Coordinaten) einer Curve L, für deren in bekannter Weise durch das Doppel-Integral $\iint dx \cdot dy_0$ dargestellte Fläche F das Moment $\iint (x_0 - x)^n \, dx \cdot dy_0$ von irgend einem Grade n in Bezug auf eine zur Y-Achse gleichlaufende Achse A, deren Abstand $x = x_0$ ist, gefunden werden soll. Bezeichnet man dieses Moment durch den Zeiger n am Kopfe von F, so gelten demnach die beiden Gleichungen:

$$1) \quad \begin{cases} F = F^0 = \iint dx \cdot dy_0. \\ F^n = \iint (x_0 - x)^n \, dx \cdot dy_0. \end{cases}$$

Für die Lösung der so gestellten Aufgabe lassen sich mit Bezugnahme auf die durch zeichnerische Integration zu bestimmenden höheren Integralcurven der gegebenen Curve L in folgender Weise allgemeine Beziehungen finden.

Durch wiederholtes Integriren der Curve L und jeder einzelnen Integralcurve derselben erhält man eine Folge der Integralcurven: $L_1, L_2 \ldots L_n, L_{n+1} \ldots$, für welche der Zeiger am Fufse die Zahl der stattgehabten Integrationen andeutet. Man ziehe, wenn die Betrachtung zunächst beschränkt wird auf einen

sehr schmalen Flächenstreifen der Curve L gleichlaufend zur Y-Achse und der Momentenachse A, durch die beiden Endpunkte des, dem betreffenden Curventheilchen entsprechenden Theilchens der ersten Integralcurve, also durch die Punkte x, y_1 und $x + dx$, $y_1 + dy_1$ (siehe Abb. 1) gleichlaufend zur X-Achse gerade Linien, die man sich nach beiden Seiten hin beliebig lang denken kann. In jedem einzelnen Falle kommen nur diejenigen Theile dieser Geraden, welche zwischen ihren Schnittpunkten mit der Momentenachse und der Curve L_1 liegen, in Frage. Werden diese beiden Geraden, deren Höhen (Ordinaten) durch p_1 und $p_1 + dp_1$ dargestellt werden mögen, sodafs demnach allgemein stattfindet:

$$p_1 = y_1, \text{ also } dp_1 = dy_1,$$

bei den Integrationen von $L_1, L_2 \ldots$ ebenso wie diese behandelt, also ebenso integrirt, und zwar beziehungsweise unter Anwendung derselben Intergrationsconstanten, so erhält man für die Curven $L_2, L_3 \ldots\ldots L_n$ parabelartige Curven vom Grade $1, 2 \ldots n-1$, welche durch die Endpunkte der, dem betreffenden Theil von L_1 entsprechenden Theile von $L_2, L_3 \ldots L_n$ verlaufen, indem sie hier die Curven berühren, wie aus Abb. 1 ersichtlich ist. Die Berührung von P_n und L_n ist vom $n-1$sten Grade. Die Grundabstände dieser Parabel-Curven, vom Anfangspunkt O aus gemessen, und ihre Höhen sollen bezeichnet werden mit z und p_n; der Zeiger n bei p ist so zu verstehen, dafs man z. B. bei L_3 Parabel-Curven vom Grade 2 mit den Höhen p_3 und $p_3 + dp_3$ erhält, also allgemein bei L_n Parabel-Curven vom Grade $n-1$ mit den Höhen p_n und $p_n + dp_n$. Bei L_1, L_2, L_3 sind die Parabel-Curven vom Grade 0, 1, 2, also bezw. gerade Linien gleichlaufend zur X-Achse, geneigte gerade Linien und gewöhnliche Parabeln (zweiten Grades).

Weiter soll folgende Bezeichnung gewählt werden:

$F = F^0$ = Fläche der gegebenen Curve, wie oben, sodafs

$dF = y_0 \cdot dx$ der zu Grunde gelegte schmale Flächenstreifen dieser Curve für die Grundabstände x und $x + dx$, also zwischen den Höhen y_0 und $y_0 + dy_0$ ist.

P_n und P'_n die beiden benachbarten Parabel-Curven für L_n.

F_n = Fläche, begrenzt von der X-Achse, der Parabel-Curve P_n, der gemeinschaftlichen Höhe der letzteren und der Curve L_n für $z = x$, und von der Höhe p_n von P_n für $z = z$.

dF_n = Flächentheilchen, begrenzt von den beiden benachbarten Curven P_n und P'_n und von dem Höhen-Differential dp_n für $z = z$. Diese Flächentheilchen erstrecken sich in der Richtung der X-Achse offenbar von $z = x + \varepsilon \cdot dx$, wo $0 < \varepsilon < 1$, bis $z = z$.

Abb. 1.

Nach diesen Vorbereitungen kann man leicht folgende Beziehungen entwickeln:

$$2) \left\{ \begin{array}{l|l|l} dy_1 = y_0 \cdot dx & p_1 = y_1 \cdot & \\ \quad = dp_1 \cdot & & \\ dy_2 = y_1 \cdot dx \cdot & p_2 = y_2 + F_1 \cdot & F_1 = \int_x^z p_1 \cdot dx = (z - x)\, y_1 \cdot \\ dy_3 = y_2 \cdot dx \cdot & p_3 = y_3 + F_2 \cdot & F_2 = \int_x^z p_2 \cdot dx = (z - x)\, y_2 + \frac{(z-x)^2}{2!}\, y_1 \cdot \\ dy_4 = y_3 \cdot dx \cdot & p_4 = y_4 + F_3 \cdot & F_3 = \int_x^z p_3 \cdot dx = (z - x)\, y_3 + \frac{(z-x)^2}{2!}\, y_2 + \frac{(z-x)^3}{3!}\, y_1 \cdot \\ dy_5 = y_4 \cdot dx \cdot & p_5 = y_5 + F_4 \cdot & F_4 = \int_x^z p_4 \cdot dx = (z - x)\, y_4 + \frac{(z-x)^2}{2!}\, y_3 + \frac{(z-x)^3}{3!}\, y_2 + \frac{(z-x)^4}{4!}\, y_1 \cdot \\ \ldots\ \ldots & \ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array} \right.$$

Die Fläche F_n wird begrenzt von der X-Achse, der Curve P_n und den Höhen für $z = x$ und $z = z$; tritt hier $x + dx$ an die Stelle von x, so tritt P'_n an die Stelle von P_n und $F_n + dF_n$ an die Stelle von F_n; wird das beachtet, so entnimmt man aus Abb. 1 die allgemeine Beziehung:

$$3) \left\{ \begin{array}{l} y_n \cdot dx + (F_n + dF_n) = F_n + dF_n, \\ y_n \cdot dx + dF_n = dF_n. \end{array} \right.$$

Mit Rücksicht hierauf erhält man durch Differenziren der letzten Gruppe der obigen Gleichungen nach X folgende allgemeine Beziehungen:

$$4)\quad\left\{\begin{array}{lllll} y_0\cdot dx+0 & =dF & =dp_1 & =\dfrac{1(z-x)^0}{1!}y_0\cdot dx & =\dfrac{1(z-x)^0}{1!}dp_1. \\ y_1\,dx\;+dF_1 & =dF_1 & =dp_2 & =\dfrac{2(z-x)^1}{2!}y_0\cdot dx & =\dfrac{2(z-x)^1}{2!}dp_1. \\ y_2\,dx\;+dF_2 & =dF_2 & =dp_3 & =\dfrac{3(z-x)^2}{3!}y_0\cdot dx & =\dfrac{3(z-x)^2}{3!}dp_1. \\ y_3\,dx\;+dF_3 & =dF_3 & =dp_4 & =\dfrac{4(z-x)^3}{4!}y_0\cdot dx & =\dfrac{4(z-x)^3}{4!}dp_1. \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_{n-1}\,dx+dF_{n-1} & =dF_{n-1} & =dp_n & =\dfrac{n(z-x)^{n-1}}{n!}y_0\cdot dx & =\dfrac{n(z-x)^{n-1}}{n!}dp_1. \\ y_n\quad dx+dF_n & =dF_n & =dp_{n+1} & =\dfrac{(n+1)(z-x)^n}{(n+1)!}y_0\,dx & =\dfrac{(n+1)(z-x)^n}{(n+1)!}dp_1. \end{array}\right.$$

Die Zahl n zählt die Anzahl der stattgehabten Integrationen, sie unterliegt deshalb der Bedingung:

$$n \gtreqless 0,\ \text{ganze Zahl.}$$

Derselben Bedingung unterliegen selbstverständlich auch alle Zahlen, welche im folgenden an die Stelle von n treten. — Allgemein ist

$$dp_n=\frac{(z-x)^{n-1}}{(n-1)!}dp_1=\frac{n(z-x)^{n-1}}{n!}dp_1.$$

In der letzten Schreibweise trifft diese Formel auch zu für die erste der Gleichungen 4), und sie ist eben deshalb in diesen Gleichungen gewählt, während die erste Schreibweise eine unmittelbare Anwendung auf jene erste Gleichung nicht gestattet.

Die beiden letzten Gleichungen unter 4) liefern allgemein:

$$5)\quad dF_n=dp_{n+1}=\frac{(n+1)\;(z-x)^n}{(n-1)!}\cdot y_0\cdot dx=\frac{(n+1)\;(z-x)^n}{(n-1)!}dF=\frac{z-x}{n}\cdot dF_{n-1}=\frac{z-x}{n}dp_n.$$

Aus den Gleichungen 4) und 5) folgt, wenn man sich daran erinnert, dafs nach der zu Anfang eingeführten Schreibweise (für $z_0=z$): $(z-x)^n\cdot y_0\cdot dx=(z-x)^n\cdot dF=dF^n$, also gleich dem Moment $n$ten Grades des Fächenstreifens dF der gegebenen Curve L für eine Momentenachse im Abstande $x=z$ von der Y-Achse ist:

$$6)\quad\left\{\begin{array}{l} dF^n=(z-x)^n\,dF=\dfrac{(n+1)!}{n+1}\cdot dp_{n+1}=\dfrac{(n+1)!}{n+1}\cdot dF_n{}^0,\ n\gtreqless 0,\ \text{ganze Zahl;} \\ dF^n=(z-x)^n=n!\;dp_{n+1}=n!\;dF_n{}^0,\ n\gtreqless 1,\ \text{ganze Zahl,} \end{array}\right.$$

in der ersten Form für $n\gtreqless 0$, in der zweiten für $n\gtreqless 1$, in beiden Formen aber nur für ganze Zahlen n gültig.

Die leicht ersichtliche Bedeutung dieser Gleichung für die in Rede stehende Momentenaufgabe, auf die weiter unten ausführlicher eingegangen wird, läfst es gerechtfertigt erscheinen, zunächst noch eine allgemeinere Form derselben zu entwickeln, in welcher der Exponent des Moments von dF nicht an die Bedingung, dafs derselbe nur eine ganze Zahl sein darf, gebunden ist.

Das Moment vom Grade i für die Fläche dF_n von $x=x$ bis $x=z_0$ in Bezug auf die Achse A (Abb. 1), für welche $z=z_0$ ist, wird ausgedrückt durch

$$dF_n{}^i=\int_x^{z_0}(z_0-z)^i\,dp_n\cdot dz.$$

Setzt man hierin für dp_n seinen Werth aus Gleichung 4) ein, d. i.:

$$dp_n=\frac{n(z-x)^{n-1}}{n!}dF,$$

so erhält man, indem man die unveränderlichen Gröfsen vor das Integralzeichen setzt:

$$7)\quad dF_n{}^i=\frac{n}{n!}dF\int_x^{z_0}(z_0-z)^i\,(z-x)^{n-1}dz;\ n\gtreqless 1,\ \text{ganze Zahl.}$$

In Rücksicht auf die für n vorhandene Bedingung wird dieses Integral am besten gelöst durch diejenige theilweise Integration, welche den Exponenten $n-1$ von $z-x$ verkleinert und denselben bei Wiederholung des Verfahrens schliefslich zu Null macht. Setzt man also, unter Anwendung der bekannten Formel:

$$\int u\cdot dv=u\cdot v-\int v\cdot du$$

$$(z-x)^{n-1}=u,\ (z_0-z)^i\,dz=dv,$$

so ist $(n-1)\,(z-x)^{n-2}=du,\ -\dfrac{(z_0-z)^{i+1}}{i+1}=v$, mit der Bedingung $i\gtrless -1$.

Man erhält dadurch:

$$\int_x^{z_0}(z_0-z)^i\,(z-x)^{n-1}dz=-\frac{1}{i+1}\Big\{(z_0-z)^{i+1}(z-x)^{n-1}\Big\}_x^{z_0}+\frac{n-1}{i+1}\int_x^{z_0}(z_0-z)^{i+1}(z-x)^{n-2}dz;\quad i\gtrless -1.$$

Ueber den Werth der Gröfse in der Klammer ist folgendes zu sagen: derselbe ist für die untere Grenze $z = x$ unter allen Umständen Null, dagegen für die obere Grenze $z = z_0$ nur, so lange $i + 1 > 0$, $i > -1$ ist. Unter dieser Bedingung hat nun der Factor $\frac{1}{i+1}$ einen endlichen Werth, und es ist also:

$$\int_x^{z_0} (z_0 - z)^i (z - x)^{n-1} dz = \frac{n-1}{i+1} \int_x^{z_0} (z_0 - z)^{i+1} (z - x)^{n-2} dz, \text{ wenn } i > -1.$$

Setzt man nun: $(z - x)^{n-2} = u$, $(z_0 - z)^{i+1} = dv$ und wiederholt das ganze Verfahren, so erhält man:

$$\int_x^{z_0} (z_0 - z)^i (z - x)^{n-1} dz = \frac{(n-1)(n-2)}{(i+1)(i+2)} \int_x^{z_0} (z_0 - z)^{i+2} (z - x)^{n-3} dz, \text{ wenn } i + 1 > -1.$$

Fährt man in gleicher Weise fort, bis der Exponent von $z - x$ gleich Null geworden, und löst das dann noch verbleibende einfachere Integral auf, so gelangt man zu dem Ergebnifs:

$$\int_x^{z_0} (z_0 - z)^i (z - x)^{n-1} dz = \frac{(n-1)(n-2) \ldots 3.2.1}{(i+1)(i+2) \ldots (i+n-1)} \int_x^{z_0} (z_0 - z)^{i+n-1} dz, \text{ wenn } i > -1,$$

$$= \frac{(n-1)(n-2) \ldots 2.1}{(i+1)(i+2) \ldots (i+n)} \cdot (z_0 - x)^{i+n}, \text{ wenn } i + n - 1 \gtrless -1.$$

Da Gleichung 7) der Bedingung: $n \geqq 1$, ganze Zahl, unterliegt, so ist die Bedingung $i + n - 1 \gtrless -1$ mit dem oberen Zeichen, d. i. $i + n - 1 > -1$ stets erfüllt, wenn die andere Bedingung $i > -1$ erfüllt ist. Letzteres vorausgesetzt, kann man den für das Integral gefundenen Werth in Gleichung 7) einsetzen, um zu erhalten:

$$dF_n{}^i = \frac{1}{(i+1)(i+2) \ldots (i+n)} \cdot (z_0 - x)^{i+n} dF \begin{cases} n \geqq 1, \text{ ganze Zahl;} \\ i > -1. \end{cases}$$

Nach der für die sogenannten Factoriellen gebräuchlichen Schreibweise[1]) ist zu schreiben:

$$(i+1)(i+2) \ldots (i+n) = (i+1)^{n/1};$$

aufserdem ist:

$$(z_0 - x)^{i+n} \cdot dF = dF^{i+n},$$

$$(z_0 - x)^n \cdot dF = \frac{(n+1)!}{n+1} \cdot dp_{n+1};$$

damit geht die für $dF_n{}^i$ gefundene Gleichung über in

$$dF_n{}^i = \frac{1}{(i+1)^{n/1}} \cdot \frac{(n+1)!}{n+1} (z_0 - x)^i dp_{n+1} = \frac{1}{(i+1)^{n/1}} (z_0 - x)^{i+n} \cdot dF = \frac{1}{(i+1)^{n/1}} \cdot dF^{i+n}.$$

Löst man diese Gleichung nach dF^{i+n} auf, so erhält man die der Gleichung 6) entsprechende, aber insofern allgemeinere Gleichung, als Gleichung 6) dem besonderen Werthe $i = 0$ entspricht:

$$8) \begin{cases} dF^{i+n} = (z_0 - x)^{i+n} dF = \frac{(n+1)!}{n+1} (z_0 - x)^i dp_{n+1} = \frac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1} \cdot dF_n{}^i \begin{cases} n \geqq 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i > -1, \text{ sonst beliebig.} \end{cases} \\ dF^{i+n} = (z_0 - x)^{i+n} dF = n!\,(z_0 - x)^i dp_{n+1} = (i+1)^{n/1} \cdot dF_n{}^i \begin{cases} n \geqq 1, \text{ ganze Zahl,} \\ i > -1, \text{ sonst beliebig.} \end{cases} \end{cases}$$

Die beiden Formen dieser Gleichung liefern für $n \geqq 1$, für welche Bedingung sie abgeleitet sind, natürlich gleiche Ergebnisse; für $n = 0$ wird die zweite Form ungültig, dagegen ergiebt für diesen Fall die erste: $dF^i = (z_0 - x)^i dF$, was man unmittelbar als richtig erkennt; ferner liefert sie: $dF^i = (z_0 - x)^i dp_1$, was in Rücksicht auf das oben Gesagte deshalb richtig ist, weil nach der ersten Gleichung 4) die Gröfse $dp_1 = dF$. Sonach ist hier ebenso wie in Gleichung 6) die erste Form mit der zweiten gleichberechtigt.

Die Gleichungen 6) und 8) lassen ein eigenthümliches bemerkenswerthes Gefüge der in Abb. 1 angedeuteten geometrischen Constructionen für die Lösung der gestellten Aufgabe erkennen; das gilt, wie sich gleich zeigen wird, nicht nur für die bisher behandelten Flächentheilchen, sondern in weitem Umfange auch für die auf die ganze Fläche der Curve L bezogenen Integrale dieser Flächentheilchen, also für die betreffenden ganzen Flächen. Hierin ist die Bedeutung der Gleichungen 6) und 8) für die Lösung unserer Aufgabe begründet, und sie sind dementsprechend jetzt näher zu untersuchen.

Nach irgend einem der in meinen unten genannten Büchern angegebenen zeichnerischen Integrationsverfahren kann man aus der gegebenen Curve L, welches auch immer die Form dieser Curve sei, zunächst die erste Integralcurve L_1 ableiten.[1]) Denkt man sich durch jeden der Punkte dieser Curve in derselben Weise, wie es in Abb. 1 für die beiden Nachbarpunkte x, y_1 und $x + dx$, $y_1 + dy_1$ angedeutet ist, gerade Linien gleichlaufend zur X-Achse gezogen, so kann man sich bei der nächstfolgenden Integration der Curve L_1 diese geraden Linien sämtlich mit integrirt denken, und für einzelne dieser Linien, sofern sie von besonderer Bedeutung sind, kann man diese Integration wirklich ausführen. Dasselbe Verfahren kann man für die folgenden fortsetzen, bis man bei derjenigen Curve L_n angelangt ist, deren Verzeichnung als letzte Integralcurve für die Lösung der Aufgabe erforderlich erscheint. Die hierbei erhaltenen parabelartigen Curven, allgemein P_e vom Grade $e - 1$ für die Curve L_e, sind dieselben, welche den bisherigen Betrachtungen zu Grunde gelegt sind.

Zeichnet man für die Curve L_1 für den Anfangspunkt und für den Endpunkt der Integration die entsprechenden Geraden P_1, und in gleicher Weise für die beliebige Curve L_e, für deren Verzeichnung man Einfachheit halber stets dieselben Anfangs- und Endabstände von der Y-Achse beibehält, die

1) $a\,(a \pm d)\,(a \pm 2d) \ldots (a \pm (n-1)\,d = a^{n/\pm d}$.

1) „Ueber graphische Integration und ihre Anwendung in der graphischen Statik. Hannover 1877." — „Der einfache Balken auf zwei Endstützen unter ruhender und bewegter Last. Hamburg 1885."

Curven P_e für den ersten und letzten Punkt von L_e, so ist für diese Curve L die Summe sämtlicher Theilchen dp_e, also $\int dp_e$, für welches Integral die Abscisse x der Curve L die unabhängig veränderliche Gröfse ist, offenbar nichts Anderes, als die Strecke der Momentenachse, welche zwischen den Schnittpunkten der beiden Curven P_e (für den Anfangs- und Endpunkt von L_e) mit dieser Achse liegen. In der Folge soll diese Strecke, zur Unterscheidung von den Ordinaten p_e der Curve P_e, mit q_e bezeichnet werden, sodafs demnach für das auf die ganze Fläche F der Curve L bezogene Integral die Gleichung gilt:

$$9) \qquad \int dp_e = q_e.$$

Es wird sich zeigen, dafs für eine positive Fläche F die dann in Frage kommende Gröfse q_{n+1} stets positiv ist, wenn der Moment-Exponent n* eine gerade Zahl ist. Ist dagegen dieser Exponent n eine ungerade Zahl, so kann für eine gegebene Fläche F die Gröfse q_{n+1} positiv, Null oder negativ sein. Zur Unterscheidung werde in Uebereinstimmung mit Abb. 1 festgestellt, dafs q_n als positiv zu gelten hat, wenn die Curve P_n für den Anfangspunkt der Integration die Momentenachse in einem Punkt schneidet, dessen Höhe kleiner ist, als die Höhe des Schnittpunktes der Curve P_n für den Endpunkt der Integration mit der Momentenachse. Nach dieser Feststellung läfst sich auch das Vorzeichen von q_n bestimmen, wenn die Fläche F der Curve L aus positiven und negativen Theilen zusammengesetzt ist.

Ferner erkennt man unter Berücksichtigung der auf S. 295 für das Flächentheilchen dF_n angegebenen Begrenzung, dafs die Summe aller Theilchen dF_n, für die ganze Ausdehnung der Fläche F der gegebenen Curve L berechnet, also $\int dF_n$ gleich ist derjenigen Fläche, welche begrenzt wird von der ganzen Curve L_n, der Curve P_n für den Anfangspunkt der Integration von diesem Punkt bis zur Momentenachse, der Curve P_n für den Endpunkt der Integration von diesem Punkt bis zur Momentenachse und der soeben behandelten Strecke q_n der Momentenachse. Damit ist also $\int dF_n = F_n$ für jeden einzelnen Fall in der Zeichnung bestimmt. Ist die Curve L_n eine, aus einem einzigen Zweig bestehende schlanke Curve, so wird q_n diese Curve, vorausgesetzt, dafs die Momentenachse die Curve L schneidet, schneiden oder nicht schneiden, je nachdem n eine ungerade oder gerade Zahl ist. Die Fläche wird also im ersten Falle eine verschlungene sein. Allgemein kann man den Sinn oder das Vorzeichen einer Fläche F_n für ein beliebiges n dadurch bestimmen, dafs man sich klar macht, dafs dieses Vorzeichen mit demjenigen von q_{n+1} übereinstimmen mufs. Da allgemein q_{n+1} und q_n positiv sind in der Richtung der negativen Y-Achse, so kann man beim Umfahren der Fläche F_n die positiven und negativen Theile leicht erkennen, wenn man auf q_n beginnt und zunächst in der Richtung dieser Strecke vom letzten bis zum ersten Punkt fortschreitet und in diesem Sinne die ganze Fläche F_n umfährt; die dabei rechts liegenden Flächentheile sind positive, die links liegenden negative.

Wenn die gegebene Curve L eine geschlossene ist, so bedarf es in dem Falle, wo die Momentenachse die Curvenfläche schneidet, der Construction der Parabel-Curven nicht, wenn man sämtliche Integrationen auf der Momentenachse beginnen, also auch endigen läfst, sofern es sich nur um ein Moment oder mehrere Momente der ganzen Fläche handelt. Die für diesen Fall erforderlichen Parabelstrecken werden dann eben zu Null, und Anfangs- und Endpunkt der Integration begrenzen jedesmal auf der Momentenachse die betreffende Strecke q_n. Will man dann aber mit Benutzung des bereits Gezeichneten übergehen auf eine andere Momentenachse und hierfür keine Rechnungen oder andere etwaige Hülfszeichnungen benutzen, so sind wieder die Parabel-Curven erforderlich.

Soweit das von S. 299 Zeile 13 v. u. ab Vorgetragene nicht bereits in den früheren Betrachtungen seine volle Erklärung findet, ist dafür zunächst das Folgende anzuführen, und ich trete damit in die Erörterungen über die Gleichungen 6) ein.

Nach Gleichung 6 ist:

$$6) \qquad dF^n = \frac{(n+1)!}{n+1} dp_{n+1} = \frac{(n+1)!}{n+1} dF_n,$$

also, wenn man auf beiden Seiten integrirt für die ganze Fläche F der Curve L, in Rücksicht auf Gleichung 9),

$$10) \quad F_n = \frac{(n+1)!}{n+1} q_{n+1} = \frac{(n+1)!}{n+1} F_n; \; n \gtrless 0, \text{ ganze Zahl.}$$

Nach der eingeführten Bezeichnung heifst das in Worten:

„Das Moment $n$ten Grades für die Fläche F der gegebenen Curve L ist gleich dem Werth $\frac{(n+1)!}{n+1}$ multiplicirt mit dem Abschnitt q_{n+1} auf der Momentenachse, welchen die Curven P_{n+1} für den Anfangs- und Endpunkt der Integration festlegen, oder multiplicirt mit der Fläche F_n, welche begrenzt wird durch die $n$te Integral-Curve L_n der Curve L, durch die Curven P_n für den Anfangs- und Endpunkt der Integration und durch die (Strecke q_n der) Momentenachse."

Da das Moment F_n für gerade n für eine positive Fläche stets positiv ist, weil für diesen Fall $(x_0 - x)^n$ stets gröfser ist als Null, so mufs für gerade n nach Gleichung 9) die Gröfse q_{n+1} stets positiv sein. Die Curven P_n für den Endpunkt und den Anfangspunkt der Integration können sich demnach nicht schneiden, sondern es mufs die erstere Curve stets oberhalb der letzteren liegen. — Für ungerade n ist F^n stets positiv, so lange die Momentenachse rechts von L, und stets negativ, so lange sie links von L liegt; im ersten Falle ist also $q_{n+1} > 0$, im letzten $q_{n+1} < 0$. Dazwischen liegt für irgend eine die Fläche der Curve L schneidende Momentenachse ein $F^n = 0$ oder $q_{n+1} = 0$; demnach schneiden sich die Curven P_n des Anfangs- und Endpunktes der Integration, wenn n eine ungerade Zahl ist. — Es ist nicht schwer, dieses Ergebnifs auch aus dem graphischen Integral-Verfahren unmittelbar abzuleiten; indessen ist diese Ableitung nicht erforderlich, da der gegebene Beweis durchaus bündig ist. — Hiernach ist nun auch das auf S. 301 für die Flächen F_n Gesagte leicht als zutreffend zu erkennen, wobei es indessen für den Leser von Nutzen sein wird, einige beliebige Beispiele auf dem Reifsbrett von Anfang bis zu Ende vollständig durchzuarbeiten; letzteres ist überhaupt für das Verständnifs der ganzen Entwicklung dringend zu empfehlen.

Von einem gröfsten oder kleinsten Werthe des Moments F^n für eine veränderliche Lage der Momentenachse, also für ein veränderliches x oder x_0 kann nur für gerade n die Rede sein, denn für ungerade n wird das Moment im arithmetischen Sinn immer kleiner, je weiter die Achse nach links rückt. Um ein Kennzeichen für das Vorhandensein des Gröfst- oder Kleinst-

werthes und den Ort desselben zu finden, mufs man sich an die Beziehung aus Gleichung 10) halten:

$$F^n = \frac{(n+1)!}{n+1} F_n.$$

Offenbar erhält F_n seinen kleinsten Werth für diejenige Lage der Momentenachse, für welche q_n gleich Null ist; für jede Achse rechts oder links von dieser Lage kommt zu dem jener Lage entsprechenden Werth von F_n noch ein positiver Werth hinzu, sodafs es sich für F^n um einen Kleinstwerth, nicht um einen Gröfstwerth handelt; letzteren giebt es überhaupt nicht. Der Werth q_n aber wird Null für diejenige Momentenachse, auf der sich die Curven P_n für den Anfangs- und Endpunkt schneiden. Da nach Gleichung 6) und 9)

$$F^n = \frac{(n+1)!}{n+1} q_{n+1}, \text{ so ist auch } F^{n-1} = \frac{n!}{n} q_n.$$

Wenn also $q_n = 0$, so ist auch $F^{n-1} = 0$, und damit erhält man den allgemeinen Satz:

„Das Moment nten Grades für die Fläche F einer gegebenen Curve L wird für gerade n am kleinsten für diejenige Lage der Momentenachse, für welche das Moment vom Grade $n-1$ für dieselbe Fläche Null wird."

Auf das Moment zweiten Grades (Trägheitsmoment) angewendet, lautet dieser Satz, da das Moment ersten Grades (statisches Moment) gleich Null wird für eine durch den Schwerpunkt von F gehende Achse:

„Das Trägheitsmoment für die Fläche F wird am kleinsten für diejenige Achse, welche durch den Schwerpunkt von F geht."

Die Lage der Schwerpunktsachse ist leicht zu bestimmen. Aus $F^n = \frac{(n+1)!}{n+1} q_{n+1}$ folgt für $n = 1$: $F^1 = q_2$. q_2 wird gleich Null für die Achse, auf der sich die Curven P_2 für den Anfangs- und Endpunkt der zweiten Integration, deren Ergebnifs die Curve L_2 ist, schneiden. Jene Curven P_2 sind geneigte gerade Linien, welche L_2 im Anfangs- und Endpunkt berühren, und man erhält demnach den Satz:

„Der Schwerpunkt von F liegt auf derjenigen Achse, auf der sich die Berührenden an die Endpunkte der zweiten Integralcurve schneiden."[1])

Die zweite Integralcurve ist die sogen. Seilcurve der graphischen Statik, wenn man sie in einem schlanken Linienzug verzeichnet unter der Voraussetzung, dafs die (schwere) Fläche die Last des Seils bildet.

Theilt man die Gleichung 9) durch $F = q_1$, so erhält man:

$$11) \quad \frac{F^n}{F} = \frac{(n+1)!}{n+1} \cdot \frac{q_{n+1}}{q_1} = \frac{(n+1)!}{n+1} \frac{F_n}{F}.$$

Setzt man allgemein:

$$12) \quad \varrho^n \cdot F = F^n,$$

und nennt dementsprechend ϱ den mittleren Abstand der Fläche F von der Momentenachse für das Moment derselben vom nten Grade, so hat man den Satz:

„Denkt man sich die Fläche F der Curve L in einem einzigen Punkt angebracht oder auf das Loth dieses Punktes zusammengedrängt, dann ist der Abstand ϱ dieses Punktes oder dieses Lothes von der Momentenachse, d. i. der mittlere Abstand der Fläche von dieser Achse für das Moment vom $n$ten Grade gleich dem Werth $\frac{(n+1)!}{n+1}$ multiplicirt mit $\frac{q_{n+1}}{q_1}$ oder multiplicirt mit $\frac{F_n}{F}$."

Für das Trägheitsmoment, $n = 2$, ist

$$\varrho^2 = \frac{F^2}{F} = 2 \frac{q_3}{q_1} = 2 \frac{F_2}{F};$$

für das statische Moment, $n = 1$, wo dann ϱ den Abstand des Schwerpunkts von der Achse bezeichnet, ist:

$$\varrho = \frac{F^1}{F} = \frac{q_2}{q_1} = \frac{F_1}{F}.$$

Es ist hier der Ort, in Bezug auf die graphische Integration folgende allgemeine Bemerkung nachzutragen:

Für die Ausführung einer jeden graphischen Integration ist die Zugrundelegung eines bestimmten Polabstandes erforderlich, welcher allgemein mit k bezeichnet werden möge. Ist diese Gröfse k gleich der Längeneinheit, so gelten die bisher entwickelten Formeln ohne Weiteres und unverändert. Ist dagegen k nicht gleich der Längeneinheit, so mufs man, um die Gültigkeit der Formeln wieder herzustellen, dieselben in der Weise umgestalten, dafs man alle aus den Integrationen hervorgegangenen Gröfsen mit der entsprechenden Potenz von k multiplicirt, im Besonderen also $k^n \cdot F_n$ statt F_n, $k^{n+1} \cdot dp_{n+1}$ statt dp_{n+1}, $k^{n+1} q_{n+1}$ statt q_{n+1}, $k \cdot q_1 = F$ statt $q_1 = F$, usw. schreibt. Die Richtigkeit und Nothwendigkeit dieser Umformungen ergiebt sich ohne Weiteres aus der Art und Weise, wie die graphischen Integrationen auf dem Reifsbrett ausgeführt werden; vergl. hierüber die beiden auf S. 300 in der Anmerkung erwähnten Werke.

Wenn man in derselben Weise, wie es in den letzten Betrachtungen für den Anfangs- und Endpunkt der ersten Integralcurve L_1 der Curve L geschehen, durch zwei beliebige Punkte dieser Curve L_1 gerade Linien gleichlaufend zur X-Achse zieht und dieselben bei den fortlaufenden Integrationen mit weiterführt, so scheiden die diesen beiden geraden Linien entsprechenden parabelartigen Curven P_n jedesmal diejenigen Beträge der Fläche F_n oder der Strecke q_n aus, mit welcher der den gewählten beiden Punkten der Curve L_1 entsprechende Theil der Fläche F an dem jeweiligen Moment F^n, bezw. F^{n+1} theilnimmt, abgesehen von dem für alle Theilbeträge gleichen Factor $\frac{(n+1)!}{n+1}$, bezw. $\frac{n!}{n}$. Hiernach ist das Gewicht der einzelnen Flächentheile für die Zusammensetzung der Momente zu beurtheilen.

In den bisherigen Untersuchungen auf S. 293 bis 297, einschl. der Formel 6), und auf Seite 299 u. ff. wurde n als ganze Zahl, und zwar $n \gtreqless 1$, bezw. $n \gtreqless 0$ vorausgesetzt. Ist diese Bedingung erfüllt, so liefert die nmalige Integration der durch die Curve L dargestellten Function, also das Integral nter Ordnung dieser Function die Fläche F_n, und die $n+1$ malige Integration, also die Lösung des Integrals von der Ordnung $n+1$ für jene Function liefert die Gröfse q_{n+1}; werden

---

1) Ueber die Bestimmung einer zweiten Schwerpunktsachse senkrecht zu der ersten vergl. die Schrift „Ueber graphische Integration usw." § 15. — Vergl. aufserdem § 13, Seite 65 Anmerkung.

dann diese beiden Gröfsen mit der Facultät $\frac{(n+1)!}{n+1}$ multiplicirt, so erhält man das Moment $n$ten Grades der gegebenen Fläche F, d. i. F^n. Wie liegt nun die Sache, wenn n keine ganze, sondern eine gebrochene, zunächst noch positive Zahl ist? Offenbar versagen in diesem Fall, wo man es mit einem Moment von gebrochener Ordnung zu thun hat, die bisher im Einzelnen entwickelten Regeln den Dienst, denn sie setzen n eben als ganze Zahl voraus. Ein Moment von gebrochener Ordnung für eine gegebene Fläche ist indessen, wenigstens innerhalb gewisser Beschränkungen, für die zeichnerischen Verfahren nicht unlösbar, wenn auch die Lösungen unter Umständen etwas weitläufig werden können und gelegentlich die Zuhülfenahme rechnerischer Hülfsmittel bedingen. Die allgemeinen Grundsätze dieser Lösungen können aus den unten angegebenen, früher von mir veröffentlichten Abhandlungen entnommen werden.[1])

Hat man für eine gegebene Curve mit den Coordinaten x und y das Moment $n$ten Grades für die X-Achse, also das Integral $\int\int y^n \cdot dx\,dy$, oder, nach einmaliger Integration nach y und Einsetzen der Curven-Höhen als Grenzen für y, das Integral $\frac{1}{n+1}\int y^{n+1}\,dx$ zu lösen, so kann man nach den beiden ersten Abhandlungen setzen:

$$y^{n+1} = k^n \cdot z,$$

wodurch das Integral auf die Form

$$\frac{k^n}{n+1}\int z \cdot dx,$$

also auf die Form eines unmittelbar zeichnerisch lösbaren Flächenintegrals gebracht wird. — Oder man kann nach der dritten Abhandlung setzen:

$$y^{n+1} = k^{n+1} \cdot tg\varphi,$$

um das unmittelbar lösbare Integral

$$\frac{k^{n+1}}{n+1}\int tg\varphi \cdot dx$$

zu erhalten. — Die Schwierigkeiten aber bestehen im ersten Fall in der Bestimmung der Gröfsen z, im zweiten in derjenigen der Gröfsen $tg\varphi$ aus den Höhen y für den Fall, dafs n eine gebrochene Zahl ist. Will man rechnen, so kann man allerdings leicht mit Hülfe der Logarithmen zu den Curven gelangen, deren man bedarf, nämlich im ersten Fall zu der Curve mit dem Grundabstande x und den Höhen z, im zweiten Fall zu der Curve mit den Grundabständen x und den Winkeln φ der Berührenden. Will man aber nicht rechnen, so ist die Durchführbarkeit der Lösung auf solche Fälle beschränkt, in denen der Nenner des in n enthaltenen Bruchs eine kleine Zahl ist. Je kleiner daneben dann die in n enthaltene ganze Zahl ist, um so leichter und einfacher gestaltet sich die Lösung oder zunächst die Bestimmung der Gröfsen z und φ. Die auf S. 297 bis 299 entwickelte Formel 8) bietet ein Mittel dar, den zuletzt erwähnten Fall auf den einfachsten denkbaren Fall, für welchen nämlich n ein reiner echter Bruch mit dem Vorzeichen —, also $n-1$ ein reiner echter Bruch mit dem Vorzeichen + ist, zurückzuführen. Hierin liegt, abgesehen von den sonstigen aus der Formel 8) entspringenden interessanten Beziehungen, der Werth dieser Formel für die zeichnerische Lösung der gestellten Aufgabe, wenn n eine gebrochene Zahl ist.

Die Gleichung 8) in der ersten Schreibweise, welche ich hier vorziehe, lautet:

$$8)\quad dF^{i+n} = (z_0 - x)^{i+n} \cdot dF = \frac{(n+1)!}{n+1}(z_0 - x)^i\,dp_{n+1} = \frac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1}\,dF_n{}^i \begin{cases} n \geqq 0, & \text{ganze Zahl.} \\ i > -1, & \text{sonst beliebig.} \end{cases}$$

Die Beziehung zwischen der ersten und dritten Gröfse dieser Gleichung ist bedeutungsvoll für die Differentialgröfsen dF^{i+n} und dp_{n+1}; etwas geschlossener tritt das Verhältnifs derselben auf in der Beziehung des ersten Gliedes zum vierten Gliede. Integrirt man die Gleichung für die ganze Fläche F, so erhält man:

$$13)\quad F^{i+n} = \frac{(n+1)!}{n+1}\int (z_0 - x)^i\,dp_{n+1} = \frac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1} \cdot F_n{}^i.$$

Das ist das Seitenstück zu der Gleichung 10) auf S. 302, für den einfacheren Fall, wo $i = 0$ ist. Bevor ich auf diese, für das vorstehend Gesagte wichtige Gleichung weiter eingehe, mögen noch folgende interessanten Beziehungen entwickelt werden: Läfst man in Gleichung 13) i an die Stelle von n treten und n an die Stelle von i, so mufs stattfinden: $i \geqq 0$, ganze Zahl, und $n \geqq -1$, sonst beliebig. Ist dies erfüllt, so erhält man aus Gleichung 13:

$$13a)\quad F^{i+n} = \frac{(n+1)^{i+1/1}}{n+i+1} \cdot F_i{}^n \begin{cases} i \geqq 0, & \text{ganze Zahl,} \\ n > -1, & \text{sonst beliebig.} \end{cases}$$

Diese Gleichung und Gleichung 13) liefern ohne Weiteres:

$$14)\quad F^{i+n} = \frac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1} \cdot F_n{}^i = \frac{(n+1)^{i+1/1}}{i+n+1} \cdot F_i{}^n \begin{cases} n \geqq 0, & \text{ganze Zahl,} \\ i \geqq 0, & \text{ganze Zahl.} \end{cases}$$

Für $i = 0$ oder $n = 0$ ist das identisch mit Gleichung 10).

Setzt man in Gleichung 13) i_1 an die Stelle von i, n_1 an die Stelle von n, mit den entsprechenden Bedingungen natürlich, und dividirt dann beide Gleichungen durch einander, so erhält man:

$$15)\quad \frac{F^{i+n}}{F^{i_1+n_1}} = \frac{\dfrac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1}}{\dfrac{(i_1+1)^{n_1+1/1}}{i_1+n_1+1}} \cdot \frac{F_n{}^i}{F_{n_1}{}^{i_1}} \begin{cases} n \geqq 0, & \text{ganze Zahl,} \\ n_1 \geqq 0, & \text{ganze Zahl,} \\ i \geqq 1, & \text{sonst beliebig,} \\ i_1 \geqq 1, & \text{sonst beliebig.} \end{cases}$$

1) Ueber den Amsler'schen Polarplanimeter, und über graphisch-mechanisches Integriren im Allgemeinen. — Civil-Ingenieur, Band XX, 1874; auch als Separatabdruck mit Ergänzungen erschienen. In demselben Band: „Graphisch-mechanische Bestimmung des äquatorialen Trägheitsmoments einer gegebenen Figur in Bezug auf eine beliebige Schwerpunktsachse derselben." — 2. Ueber graphisch-mechanisches Integriren. — Civil-Ingenieur, Band XXI, 1875. — 3. Graphische Bestimmung der Momente von Flächen und Bögen ebener Curven und Polygone. Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XXIX, 1879.

Setzt man nun: $i + n = i_1 + n_1$, also $i_1 = i + n - n_1$, oder $n_1 = i - i_1 + n$, so erhält man folgende Gleichungen:

$$16)\quad \begin{cases} F^{i+n} = \dfrac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1} \cdot F_n{}^i & \begin{cases} n \geqq 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i > -1, \text{ sonst beliebig.} \end{cases} \\ \quad\;\; ,, = \dfrac{(i+n-n_1+1)^{n_1+1/1}}{i+n+1} \cdot F_{n_1}{}^{i+n-n_1} & \begin{cases} n_1 \geqq 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i+n-n_1 > -1, \text{ sonst beliebig.} \end{cases} \\ \quad\;\; ,, = \dfrac{(i_1+1)^{i-i_1+n+1/1}}{i+n+1} \cdot F^{i_1}{}_{i-i_1+n} & \begin{cases} i - i_1 = n \geqq 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i_1 > -1, \text{ sonst beliebig.} \end{cases} \\ \quad\;\; ,, = \dfrac{(i+n+1)!}{i+n+1} \cdot F_{i+n} & \begin{cases} i + n \geqq 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i_1 = 0 > -1; \text{ überflüssig.} \end{cases} \end{cases}$$

Die letzte Gleichung stimmt offenbar wieder mit Gleichung 10) überein. Theilt man die Gleichungen 16) durch F, so erhält man die Seitenstücke zu Gleichung 11). Die weiteren oben bereits angedeuteten Schlufsfolgerungen aus Gleichung 13) dürften sich wohl am einfachsten gestalten, wenn man dieselbe benutzt in der Form

$$13)\qquad F^{i+n} = \frac{(i+1)^{n+1/1}}{1+n+1} \cdot F_n{}^i \begin{cases} n \geqq 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i > -1, \text{ sonst beliebig;} \end{cases}$$

oder, nach Einführung des Polabstandes k, in der Form

$$13a)\qquad F^{i+n} = \frac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1} \cdot k^n \cdot F_n{}^i \begin{cases} n \geqq 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i > -1, \text{ sonst beliebig.} \end{cases}$$

Ist hierin bedingungsgemäfs $n \geqq 0$, ganze Zahl, $i > -1$, sonst beliebig, so kann $i+n$ eine ganze Zahl sein — und für diesen Fall ist die Aufgabe bereits gelöst — aber auch eine gemischte, aus einer ganzen Zahl n und einem echten Bruch zusammengesetzte Zahl. Für den letzten Fall führen die Gleichungen 13) und 13a) die Aufgabe, das Moment vom Grade $(i+n)$ für die gegebene Fläche F, d. i. F^{i+n} zu bestimmen, zurück auf die einfachere Bestimmung des Moments $F_n{}^i$, also des Moments vom $i$ten Grade für die Fläche F_n, welche aus der $n$ten Integration von L und der $(n-1)$sten Integration der beiden mehrfach erwähnten Geraden P_1, hervorgeht und welche begrenzt wird von der Curve L_n, den beiden Parabel-Curven P_n und dem zwischen letzteren belegenen Abschnitt q_n auf der Momentenachse. Bezeichnet man jetzt allgemein die gleichlaufend zur Momentenachse gemessenen Sehnen der Fläche F_n mit q_n, so ist offenbar, wenn man die Integrale auf die ganze Fläche F_n bezieht:

$$17)\quad \begin{cases} F_n{}^i = \int (z_0 - x)^i q_n \cdot dx = \int\int (z_0 - x)^i dq_n \cdot dx, \\ \quad ,, = -\dfrac{1}{i+1} \int (z_0 - x)^{i+1} dq_n. \end{cases}$$

Da von vornherein $i+n$ als gegeben zu betrachten ist, so kann man es durch entsprechende Wahl von n stets so einrichten, dafs i ein negativer, also $i+1$ ein positiver echter Bruch ist; der Bedingung $i > -1$ wird dadurch nicht zu nahe getreten. Hätte man z. B. zu lösen:

$$\int\int (z_0 - x)^{2^2/_3} dx\, dy_0,$$

so wäre $i + n = 2^2/_3$; nimmt man $n = 3$, so bleibt $i = -^1/_3$, also $i + 1 = ^2/_3$, und die Aufgabe gestaltet sich nach dreimaliger graphischer Integration von L etwa so (Gleichung 13a):

$$F^{2^2/_3} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 8}{3 \cdot 3 \cdot 3} \cdot k^3 \cdot F_3{}^{-1/_3},$$

d. i. nach Gleichung 17):

$$F^{2^2/_3} = -\frac{5 \cdot 8}{3 \cdot 3} \cdot k^3 \int (z_0 - x)^{2/_3} dq_3.$$

Allgemein erhält man aus Gleichung 13a) und 17):

$$18)\qquad F^{i+n} = -\frac{(i+2)^{n/1}}{i+n+1} \cdot k^n \int (z_0 - x)^{i+1} \cdot dq_n.$$

Das noch übrige Integral löst man wegen der eigenthümlichen Formen der Flächen F_n wohl am genauesten und bequemsten, wenn man es zunächst auf die Form eines Flächen-Integrals bringt; (man kann es, wenn man das vorzieht, auch anders lösen). Setzt man zu dem Ende zunächst:

$$19)\qquad i + 1 = \frac{r}{s}, \text{ so ist}$$

$$20)\qquad \int (z_0 - x)^{i+1} \cdot dq_n = \int (z_0 - x)^{\frac{r}{s}} \cdot dq_n.$$

Indem ich nun wegen der Lösung dieses Integrals auf die auf S. 305, Anmerkung, erwähnten Arbeiten, namentlich auf die unter 3) genannte verweise, bemerke ich hier ergänzend nur kurz Folgendes:

Hat man das Integral

$$\int y^{\frac{r}{s}} \cdot dx \text{ zu lösen,}$$

so ist zunächst zu setzen:

$$\int y^{\frac{r}{s}} \cdot dx = k^{\frac{r-s}{s}} \int z \cdot dx,$$

womit zwischen y, z und k die Beziehung festgelegt ist

$$y^{\frac{r}{s}} = k^{\frac{r-s}{s}} \cdot z,$$

oder

$$\left(\frac{y}{k}\right)^r = \left(\frac{z}{k}\right)^s,$$

und hieraus ist z, für beliebige Werthe y, zu bestimmen. Zu dem Ende zeichne man die beiden Hülfscurven, deren Grundabstände u und deren Höhen y, bezw. z folgenden Gleichungen entsprechen:

$$u = k\left(\frac{y}{k}\right)^r,\quad u = k\left(\frac{z}{k}\right)^s.$$

Dieselben und ähnliche Curven sind auch in der unter 3) genannten Abhandlung in ausgedehntem Mafse benutzt; ihre Verzeichnung mit oder ohne Zuhülfenahme des Rechnens hat keine Schwierigkeit; (doch müssen, wenn man das Rechnen ausschliefst, r und s kleine Zahlen bleiben). Ist nun s ein Punkt auf der gegebenen Curve, auf welche sich das Integral $\int y^{\frac{r}{s}} \cdot dx$ bezieht, also ein Punkt mit den Achsenabständen x und y, so zeichne man den Vieleckszug $s\ t\ u\ v$ so, dafs $s\,t$ gleichlaufend, $t\,u$ senkrecht und $u\,v$ wieder gleichlaufend zur X-Achse ist und dafs hierbei t auf der ersten, u auf der

zweiten Hülfscurve und v auf dem Loth von s liegt. Dann ist die Höhe des Punktes v gleich z, also der geometrische Ort von v diejenige Curve, deren Fläche durch das Integral $\int z \cdot dx$ ausgedrückt wird. Bestimmt man nun den Inhalt dieser Fläche zeichnerisch, wieder mit dem Polabstand k, und ist das Ergebnifs etwa

$$\int z \cdot dx = k \cdot q,$$

dann ist der Werth des Integrals

$$\int y^{\frac{r}{s}} \cdot dx = k^{\frac{r-s}{s}} \cdot k \cdot q = k^{\frac{r}{s}} \cdot q.$$

Genau ebenso ist das Integral $\int (z_0 - x)^{\frac{r}{s}} dq_n$ zu lösen; es tritt nur $z_0 - x$ an die Stelle von y und q_n an die Stelle von x. Setzt man nun auch für diesen Fall die Lösung gleich $k^{\frac{r}{s}} \cdot q$, also

$$21) \qquad \int (z_0 - x)^{\frac{r}{s}} dq_n = k^{\frac{r}{s}} \cdot q,$$

so erhält man im Anschlufs an Gleichung 18) die Lösung für F^{i+n}, nämlich

$$F^{i+n} = -\frac{(i+2)^{n/1}}{i+n+1} \cdot k^n \cdot k^{\frac{r}{s}} \cdot q,$$

und da nach Gleichung 19) $i + 1 = \frac{r}{s}$ ist:

$$22) \qquad F^{i+n} = -\frac{(i+2)^{n+1}}{i+n-1} \cdot k^{i+n+1} \cdot q.$$

Um diese Lösung zu erhalten, waren erforderlich n ganze Integrationen und die Bestimmung eines Moments von gebrochener Ordnung; letzteres wurde gefunden durch eine Formverwandlung des nach der $n$ten Integration verbliebenen Integrals, indem dasselbe auf die Form eines Flächenintegrals gebracht wurde, dessen Lösung dann eine abermalige Integration erforderte. — Nun kann man indessen ein gegebenes Integral

$$\int\int y^{i+n} dx\, dy = \frac{1}{i+1} \int y^{i+n+1} \cdot dx$$

unmittelbar in ein Flächenintegral überführen, indem man setzt:

$$y^{i+n+1} = k^{i+n} \cdot z, \text{ oder}$$

$$y^{n+\frac{r}{s}} = k^{n+\frac{r-s}{s}} \cdot z, \text{ oder}$$

$$\left(\frac{y}{k}\right)^{ns+r} = \left(\frac{z}{k}\right)^s,$$

und sich zur Bestimmung von z aus y der beiden Hülfscurven

$$u = k\left(\frac{y}{k}\right)^{ns+r} \text{ und } u = k\left(\frac{z}{k}\right)^s$$

bedient; dann führt allerdings eine einzige Integration zum Ziel, aber das Verfahren steht hinter dem oben angegebenen, scheinbar weitläufigeren deshalb zurück, weil hier der Grad der ersten Hülfscurve nur r, im andern Falle aber $ns + r$, also unter Umständen eine viel gröfsere Zahl ist. So ist in dem Zahlenbeispiel auf S. 307: $i + 1 = \frac{r}{s} = \frac{2}{3}$, also $r = 2$ und $s = 3$; dagegen ist $i + n = 2^2/_3$, also $n = 3$ und $ns + r = 11$. Die erste Hülfscurve ist also in dem einen Falle: $u = k\left(\frac{y}{k}\right)^2$, d. i. eine gewöhnliche Parabel (zweiten Grades), in dem andern Falle dagegen: $u = k\left(\frac{y}{k}\right)^{11}$, was man füglich nicht mehr zeichnerisch verwenden kann.

Allgemein bietet Gleichung 13) ein Mittel dar, den Momentenexponenten $i + n$ für die gegebene Fläche F auf eine kleinere Zahl i zu bringen, indem man aus F die Fläche F_n ableitet, für welche dann eben dieses i anzuwenden ist. Dabei unterliegen i und n den Bedingungen, dafs $i > -1$, $n \gtreqless 0$, also $i + n > -1$ und n eine ganze Zahl ist. Beschränkt man diese auf zwei Einheiten oder auf eine Einheit, so braucht man nur die gegebene Curve zweimal, bezw. einmal zu integriren und hat es aufserdem nur mit geraden Hülfslinien zu thun. Allgemein ist:

$$13) \qquad F^{i+n} = \frac{(i+1)^{n+1/1}}{i+n+1} \cdot F_n{}^i \begin{cases} n \gtreqless 0, \text{ ganze Zahl,} \\ i > -1, \text{ sonst beliebig.} \end{cases}$$

Setzt man hierin $\boldsymbol{n = 2}$, so erhält man:

$$F^{i+2} = (i+1)(i+2) F_2{}^i,$$

oder, indem man allgemein $i + 2 = m > -1$ (aufserdem $i > -1$) setzt:

$$F^m = m(m-1) F_2{}^{m-2}.$$

Die Fläche F_2 wird begrenzt von der zweiten Integralcurve der Curve L, von den Endberührenden P_2 dieser Integralcurve und der Strecke der Momentenachse zwischen den beiden Endtangenten.

Setzt man $\boldsymbol{n = 1}$, so erhält man

$$F^{i+1} = (i+1) F_1{}^i,$$

oder indem man allgemein $i + 1 = m > -1$ (aufserdem $i > -1$) setzt: $F^m = m \cdot F_1{}^{m-1}$.

Die Fläche F_1 wird begrenzt von der zweiten Integralcurve der Curve L, von den durch die Endpunkte derselben normal zur Momentenachse gezogenen Geraden P_1 und von der Strecke der Geraden, welche diese beiden Geraden auf der Momentenachse abschneiden.

Alle bisherigen Untersuchungen schliefsen noch diejenigen Fälle aus, wo der Momentenexponent gleich oder kleiner als -1 ist. In den auf S. 305 u. 306 Anmerk. unter 1) u. 3) genannten Abhandlungen ist gezeigt, wie man den ersten Fall, wo der Exponent gleich -1 ist, in sehr einfacher Weise entweder durch Uebergang zum Flächenintegral, oder noch erheblich kürzer ganz unmittelbar zeichnerisch löst (vergl. die zuletzt genannte Abhandlung, Seite 271). Auch über den allgemeineren Fall, wo der Exponent kleiner ist als -1, sind in jenen Arbeiten Andeutungen für den Weg der Lösung der Aufgabe enthalten. Das in der vorliegenden Arbeit entwickelte Verfahren würde sich wohl auch für negative Exponenten der Momente ausbilden lassen; die Lösungen gestalten sich in den Formeln aber weit weniger einfach als für positive Exponenten, und sie sind schon deshalb für die zeichnerische Ausführung nicht zu verwenden, weil man es hier mit Integralen von negativer Ordnung zu thun hat, demnach an die Stelle des Integrirens das Differenziren tritt; letzteres bedingt aber das vielfach zu wiederholende Ziehen von Berührenden an gegebene Curven, was ersichtlich nur mit viel geringerer Sicherheit erfolgen kann, als die zeichnerische Bestimmung der Flächen-Theilchen der Curven. Ich verzichte deshalb darauf, auch für negative Exponenten, die kleiner sind als -1, das Verfahren weiter zu verfolgen.

Chr. Nehls.

Berichtigungen.

In dem auf Seite 147 des gegenwärtigen Jahrgangs der Zeitschrift für Bauwesen veröffentlichten Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens ist der Name des am 1. Januar d. Js. in den Ruhestand getretenen bisherigen Chefs der Bau-Abtheilung im Kriegs-Ministerium, Geheimer Ober-Baurath Afsmann in Berlin, irrthümlicherweise weggelassen worden und unter den ordentlichen Mitgliedern der Abtheilung für Hochbau nachzutragen.

Auf der Karte Blatt 11 im Atlas ist irrthümlich ein Stück der americanischen Küste, südwestlich von Vinland, gelb angelegt stehen geblieben. Die gelbe Farbe mufs an dieser Stelle fortfallen.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.